



TUGAS AKHIR - RE 141581

**PEMETAAN TINGKAT KEBISINGAN DI
RUMAH SAKIT ISLAM A. YANI SURABAYA**

Mirza Arianti Savitri
3313100120

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - RE 141581

MAPPING THE NOISE LEVEL AT OF ISLAMIC A. YANI HOSPITAL SURABAYA

Mirza Arianti Savitri
3313100120

Supervisor
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM.

DEPARTEMEN OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

PEMETAAN TINGKAT KEBISINGAN DI RUMAH SAKIT ISLAM A. YANI SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

MIRZA ARIANTI SAVITRI

NRP 3313100120

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM.

NIP 19820119 200501 1 001



Surabaya, Januari 2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “**Pemetaan Tingkat Kebisingan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya**”.

Skripsi ini terdiri dari beberapa bab yaitu bab pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka. Setiap isi dari bab tersebut terangkai secara komprehensif untuk membahas kesesuaian intensitas kebisingan dan pemetaannya jika dibandingkan dengan baku mutu kebisingan pada Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) Bidang Teknik Lingkungan. Skripsi ini disusun sesuai dengan ketentuan teknis penyusunan yang ada di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Semoga skripsi ini bermanfaat.

Surabaya, Januari 2018

Penyusun

Mirza Arianti Savitri

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas rahmat Tuhan Yang Maha Esa, akhirnya penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi ini dengan baik. Naskah skripsi ini tidak akan selesai tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besanya kepada :

1. Adhi Yuniarto, ST., MT., PhD. selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan ITS, yang telah banyak memberikan fasilitas dalam menyelesaikan naskah skripsi ini.
2. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T., MEPM. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu memberikan arahan, koreksi dan saran.
3. Bapak dr. H. Samsul Arifin, MARS. selaku direktur Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya yang telah mengizinkan saya melakukan penelitian.
4. Keluarga tercinta ayah, ibu dan kakak yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan baik berupa spiritual maupun material.
5. Galih Adhi Wicaksono terima kasih atas doa, dukungan, bantuan, motivasi, dan sarannya.
6. Sahabat-sahabat yang sudah banyak membantu, Azizah Bogi Ragilliah dan Utari Nadya Narendraningtyas terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya.
7. Segala pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu baik selama masa penyusunan skripsi.

PEMETAAN TINGKAT KEBISINGAN DI RUMAH SAKIT ISLAM A. YANI SURABAYA

Nama Mahasiswa : Mirza Arianti Savitri
NRP : 3313100120
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST,
MEPM

ABSTRAK

Rumah Sakit di kota besar saat ini cenderung berada di lingkungan dengan intensitas kebisingan yang lebih besar dari batas baku mutu yang telah ditetapkan. Salah satu Rumah Sakit di Surabaya, yaitu Rumah Sakit Islam A. Yani, berada di pinggir kota dengan arus lalu lintas yang cukup ramai, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui besar tingkat kebisingan di lingkungan rumah sakit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kebisingan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya dan dibandingkan dengan baku mutu, serta untuk mengetahui distribusi tingkat kebisingan dengan program *surfer*. Teknik pengambilan data mengacu pada KEPMEN LH RI No. 48 / MENLH / PER / XI / 1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan selama tujuh hari pada sepuluh lokasi yang berbeda.

Hasil pada hari Senin, nilai tingkat kebisingan berkisar antara 63-72 dBA. Pada hari Selasa nilai kebisingan berkisar antara 64-74 dBA. Untuk hari Rabu nilai kebisingan berkisar antara 64-73 dBA, hari Kamis nilai kebisingan berkisar antara 59-72 dBA. Pada hari Jumat nilai kebisingan berkisar antara 58-74 dBA. Pada hari Sabtu nilai kebisingan berkisar antara 60-74 dBA dan hari Minggu nilai kebisingan berkisar antara 67-71 dBA. Hasil menunjukkan bahwa pada hari Senin hingga Minggu, nilai tingkat kebisingan menunjukkan melebihi baku mutu. Peta persebaran

kebisingan pada hari Senin sampai Minggu menunjukkan bahwa semakin bertambahnya jarak dari sumber kebisingan jalan, maka semakin terjadi penurunan nilai tingkat kebisingan.

Kata kunci: pemetaan tingkat kebisingan, RSI A. Yani Surabaya

MAPPING THE NOISE LEVEL AT OF ISLAMIC A. YANI HOSPITAL SURABAYA

Name of Student : Mirza Arianti Savitri
NRP : 3313100120
Study Programme : Teknik Lingkungan
Supervisor : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST,
MEPM

ABSTRACT

Hospital in big cities currently tend to be in an environment with a noise intensity greater than the established quality limit. One of the hospitals in Surabaya, that is Islamic A. Yani Hospital, is in the suburbs with a fairly busy traffic flow, so research needs to be done to find out the great noise level in the hospital environment.

This study aimed to determine the level of noise in the islamic A. Yani hospital surabaya and to compare with the standard quality, and to make a map of noise distribution by surfer. Techniques of data collection refers to the Decree of the Minister of Environment No. 48 Year 1996 on Noise Level Standard. Noise level measurements conducted for seven days at ten different locations.

The result that on Monday, the value for noise level were in range 63-72 dBA. Tuesday noise levels were in range 64-74 dBA. Wednesday noise levels were in range 64-73 dBA, Thursday noise levels were in range 59-72 dBA. Friday noise levels were in range 58-74 dBA. Saturday noise levels were in range 60-74 dBA and Sundays noise levels were in range 67-71 dBA. The results showed that on Mondays to Sundays, noise level values were exceeded the quality standard. Map on the noise distribution on Monday trough Sunday showed the decrease of noise level in function of distance.

Keywords: noise level mapping, islamic A. Yani hospital surabaya

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	2
1. Contoh Data Sampling Kebisingan	2
2. Contoh Perhitungan LTMS dan LSM	2
BAB I.....	3
PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang.....	3
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan dan manfaat.....	6
1.3.1 Tujuan.....	6
1.3.2 Manfaat.....	6
1.4 Ruang Lingkup.....	6
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Gambaran Umum Wilayah.....	8
2.2 Kebisingan.....	9
2.2.1 Pengertian Kebisingan	9
2.2.2 Sumber dan Jenis Kebisingan.....	9
2.2.3 Dampak Kebisingan	12
2.2.4 Alat Ukur Kebisingan	16

2.2.5 Baku Mutu Kebisingan.....	16
2.2.6 Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan Menurut Keputusan No.48/MENLH/11/1996	19
2.2.7 Metode Perhitungan Kebisingan Menurut Keputusan No.48/MENLH/11/1996	21
2.3 Tingkat kebisingan.....	21
2.4 Pemetaan Kebisingan.....	22
2.5 Program Pemetaan Surfer.....	23
2.6 Efektifitas Pengurangan Kebisingan.....	24
BAB III.....	25
METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Umum.....	25
3.2 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	25
3.3 Ide Penelitian.....	27
3.4 Studi Literatur.....	27
3.5 Persiapan Penelitian.....	27
3.6 Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.7 Visualisasi Kondisi Tingkat Kebisingan.....	30
3.8 Analisis Data.....	31
3.9 Penyajian Data dan Pembahasan.....	38
3.10 Kesimpulan dan Saran.....	38
BAB IV	39
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Pengukuran Tingkat Kebisingan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya.....	40
4.1.1 Hasil Perhitungan LTMS.....	40

4.1.2 Perhitungan LSM.....	55
4.2 Pemetaan Dengan Surfer.....	63
4.3 Penambahan barier.....	72
BAB V	82
KESIMPULAN DAN SARAN	82
Daftar Pustaka.....	84
BIOGRAFI PENULIS.....	87
Lampiran.....	88

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Lokasi Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya.....	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Lokasi Titik Sampling.....	28
Gambar 4.1 Grafik Nilai Kebisingan (Ls) di Setiap Titik Pengukuran.....	58
Gambar 4.2 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Senin.....	64
Gambar 4.3 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Selasa.....	65
Gambar 4.4 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Rabu.....	66
Gambar 4.5 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Kamis.....	67
Gambar 4.6 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Jumat.....	68
Gambar 4.7 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Sabtu.....	69
Gambar 4.8 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Minggu.....	70
Gambar 4.9 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Senin Setelah Penambahan Barrier.....	64
Gambar 4.10 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Selasa Setelah Penambahan Barrier.....	65
Gambar 4.11 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Rabu Setelah Penambahan Barrier.....	66
Gambar 4.12 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Kamis Setelah Penambahan Barrier.....	67
Gambar 4.13 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Jumat Setelah Penambahan Barrier.....	68
Gambar 4.14 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Sabtu Setelah Penambahan Barrier.....	69
Gambar 4.15 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Minggu Setelah Penambahan Barrier.....	70

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala Intensitas Kebisingan dan Sumbernya.....	12
Tabel 2.2 Klasifikasi Tingkat Keparahan Gangguan Pendengaran	15
Tabel 2.3 Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	17
Tabel 2.4 Baku Mutu Tingkat Kebisingan	18
Tabel 2.5 Efektifitas Pengurangan Kebisingan Oleh Tanaman.....	24
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Sabtu	52
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Senin	42
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Selasa	44
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Rabu	46
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Kamis	48
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Jumat	50
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Sabtu	52

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

1. Contoh Data Sampling Kebisingan
2. Contoh Perhitungan LTMS dan LSM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan transportasi tidak lepas dari adanya kendaraan bermotor. Dewasa ini nilai kepemilikan kendaraan bermotor semakin meningkat, baik kendaraan bermotor milik pribadi maupun yang bukan milik pribadi seperti angkutan umum. Hal tersebut menyebabkan semakin meningkatnya kepadatan arus lalu lintas di jalan raya. Kepadatan arus lalu lintas sangat erat hubungannya dengan kebisingan, karena kebisingan lalu lintas berasal dari suara yang dihasilkan dari kendaraan bermotor terutama dari mesin kendaraan, knalpot, serta akibat interaksi antara roda dengan jalan. Kendaraan berat seperti truk, bus dan mobil penumpang merupakan sumber kebisingan utama di jalan raya (Djalante, 2010). Jika lingkungan terlalu lama terpajan oleh kebisingan maka yang terjadi selanjutnya adalah menurunnya suatu kualitas lingkungan yang ada di sekitar wilayah yang terjadi kebisingan, dan tidak hanya lingkungan saja yang kualitasnya menurun tetapi makhluk hidup yang ada didalamnya juga akan terkena dampak. Dampak kebisingan ini terutama terjadi pada kota-kota besar, karena aktivitas sosial ekonomi penduduk yang sangat tinggi.

Kota Surabaya sebagai kota terbesar kedua di Indonesia merupakan kota dengan aktivitas penduduk yang tinggi. Perkembangan ekonomi di Kota Surabaya yang cepat, salah satunya menyebabkan kebutuhan sarana transportasi yang semakin besar. Data lalu lintas menunjukkan, jumlah dan jenis kendaraan bermotor yang beroperasi baik kendaraan pribadi maupun kendaraan umum juga mengalami peningkatan yang besar. Disisi lain, sektor lalu lintas merupakan sumber utama kebisingan dalam masyarakat perkotaan. Menurut Mediastika (2005) tingkat kebisingan di tepi jalan raya di beberapa kota besar di Indonesia umumnya mendekati 70 hingga 80 dBA.

Facilities kesehatan masyarakat, salah satunya rumah sakit merupakan tempat yang dihuni oleh orang-orang yang terganggu kesehatannya dan yang membutuhkan konsentrasi tinggi, sehingga membutuhkan suasana yang tenang dan jauh dari kebisingan. Rumah Sakit adalah salah satu fasilitas umum yang digunakan untuk penyembuhan, peningkatan, perbaikan kesehatan manusia, dan merupakan bangunan yang membutuhkan batas toleransi paparan kebisingan guna kenyamanan akustik pasien (Suryanti, dkk 2014). Dengan mempertimbangkan laju pertumbuhan pembangunan kota dan pemilihan lokasi rumah sakit yang mempertimbangkan kemudahan dalam menjangkau, maka saat ini rumah sakit di kota besar cenderung berada di lingkungan dengan intensitas kebisingan yang lebih besar dari batas yang diperbolehkan (Nugroho, 2009).

Pengaruh kebisingan terhadap manusia secara fisik tidak saja mengganggu organ pendengaran, tetapi juga dapat menimbulkan gangguan pada organ-organ tubuh yang lain, seperti penyempitan pembuluh darah dan sistem jantung (Griefhan, dkk 2000). Pada umumnya masalah yang terkait dengan kebisingan adalah gangguan komunikasi. Komunikasi pembicaraan harus dilakukan dengan cara berteriak agar dapat mendengar dengan jelas. Sedangkan pengaruh bising secara psikologis, yaitu berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, dan susah tidur (Luxson, dkk 2010). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996, ada beberapa kawasan dan lingkungan kegiatan yang ditentukan baku mutu kebisingannya. Untuk kawasan yaitu perumahan dan pemukiman, perdagangan dan jasa, perkantoran, ruang terbuka hijau, industri, pemerintahan dan fasilitas umum, rekreasi dan kawasan khusus (bandar udara, stasiun kereta api, pelabuhan laut dan cagar budaya). Dan lingkungan kegiatan meliputi rumah sakit atau sejenisnya, sekolah atau sejenisnya dan tempat ibadah atau sejenisnya. Secara prinsip setiap bangunan memiliki ambang paparan kebisingan yang diperbolehkan, termasuk rumah sakit.

Menurut World Health Organization (WHO), batas paparan kebisingan bagi rumah sakit yang diperbolehkan tidak

lebih dari 40 desibel (dB) pada lingkungan rumah sakit, dan 35 dB pada bagian dalam ruang rawat inap. Sedangkan Departemen Kesehatan RI memberikan batas paparan kebisingan bagi rumah sakit di Indonesia tidak lebih dari 45 dB pada saat pasien tidak tidur dan tidak lebih dari 40 dB pada saat pasien tidur. Ruang-ruang lain di rumah sakit juga memiliki ambang batas bunyi seperti yang tercantum dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang persyaratan Kesehatan Rumah Sakit dengan batas waktu pemaparan maksimal 8 jam. Pembatasan pemaparan kebisingan ini diperlukan untuk memberikan kesempatan bagi pasien untuk beristirahat dalam proses penyembuhan secara fisik maupun secara psikologis.

Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya sebagai tempat perawatan terletak di tengah kota dengan arus lalu lintas yang ramai dan berada di dekat flyover mayangkara, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui besar tingkat kebisingan di lingkungan rumah sakit. Kebisingan tersebut berpotensi mengganggu kenyamanan dan juga efek yang terlalu lama akan mengakibatkan gangguan pendengaran serta ketidakproduktifan pegawai maupun pasien yang ada di rumah sakit.

Kejadian tersebut dapat dikatakan sebagai permasalahan penting karena memiliki dampak negatif terhadap makhluk hidup dan lingkungan. Maka dari itu perlu adanya analisis untuk memecahkan permasalahan kebisingan yaitu dengan menganalisis kebisingan yang ada dengan melakukan pengukuran langsung serta melakukan pemetaan terhadap tingkat kebisingan. Pemetaan bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai informasi persebaran kebisingan yang disajikan dalam peta berkontur di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya, selain itu untuk membantu para *decision maker* (pengambil kebijakan) dalam menindaklanjuti kebisingan yang ada. Dengan demikian akan diperoleh suasana yang nyaman sesuai dengan kebutuhan dalam aktivitas rumah sakit.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana nilai tingkat kebisingan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya jika dibandingkan dengan baku mutu?
2. Bagaimana distribusi tingkat kebisingan pada Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya?

1.3 Tujuan dan manfaat

Adapun tujuan dan manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1.3.1 Tujuan

1. Menentukan nilai tingkat kebisingan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya jika dibandingkan dengan baku mutu.
2. Menentukan distribusi tingkat kebisingan pada Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya.
3. Memberikan evaluasi dan rekomendasi untuk pihak Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya bilamana hasil tingkat kebisingan yang diperoleh melebihi baku mutu.

1.3.2 Manfaat

1. Memberikan informasi mengenai tingkat kebisingan di wilayah studi apakah telah melebihi baku mutu ambang batas kebisingan untuk rumah sakit menurut KEPMEN LH RI No. 48 / MENLH / PER / XI / 1996.
2. Hasil yang diperoleh dapat diaplikasikan maupun digunakan sebagai data tambahan dalam memperkirakan pemilihan ruang yang sesuai dengan hasil pemetaan tingkat kebisingan.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang akan diteliti dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian kebisingan dilakukan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya.

2. Pengukuran tingkat kebisingan menggunakan software surfer dan penentuan lokasi titik sampling menggunakan GPS (Global Positioning System).
3. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada sumber bising di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya dan dilakukan pada cuaca tidak hujan.
4. Pengukuran tingkat kebisingan sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI No. 48 / MENLH / PER / XI / 1996.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Wilayah

Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya merupakan rumah sakit yang terletak di Jalan Achmad Yani No. 2 - 4, A. Yani, Kota Surabaya. Berikut ini merupakan peta lokasi Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya yang ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Peta Lokasi Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya
Sumber: Google Earth

2.2 Kebisingan

2.2.1 Pengertian Kebisingan

Kebisingan memiliki beberapa pengertian diantaranya adalah setiap bunyi gabungan dari berbagai bunyi-bunyian yang mempunyai efek yang tidak menyenangkan atau tidak diinginkan pada perasaan para pendengar yang tingkat atau intensitasnya dapat diukur. Sedangkan bunyi adalah suatu gelombang berupa getaran dari molekul-molekul zat yang saling berasa satu dengan yang lain secara terkoordinasi sehingga menimbulkan gelombang dan meneruskan energi serta sebagian dipantulkan kembali (Mustofa, 2000).

Sedangkan menurut Prasetyo (2003) kebisingan merupakan bunyi yang tak diinginkan namun ada juga yang mendefinisikan kebisingan sebagai bunyi yang ada pada saat yang salah di tempat yang salah.

Suara tersebut tidak diinginkan karena mengganggu pembicaraan dan telinga manusia, yang dapat merusak pendengaran atau kenyamanan manusia. Secara umum kebisingan dapat diartikan sebagai bunyi yang merugikan terhadap manusia dan lingkungannya. Bunyi merupakan energi berbentuk gelombang yang berasal dari getaran suatu benda yang dapat merambat melalui media baik itu padat, cair, maupun gas, tapi bunyi tidak dapat merambat pada ruang hampa udara (Lukita, 2012).

Sehingga dapat disimpulkan dari beberapa pengertian di atas bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dan tidak pada tempatnya, yang menyebabkan efek tidak menyenangkan dan tidak diinginkan seperti gangguan kesehatan pada manusia dan menyebabkan pencemaran pada lingkungan sekitar yang menerima.

2.2.2 Sumber dan Jenis Kebisingan

2.2.2.1 Sumber Kebisingan

Menurut Mediastika (2009) kebisingan yang terjadi di sekitar kita dapat berasal dari berbagai sumber. Sumber ini

dibedakan menjadi sumber diam dan sumber yang bergerak. Contoh dari sumber yang diam adalah industri/pabrik. Sedangkan contoh dari sumber yang bergerak misalnya kendaraan bermotor.

1. Kebisingan Kendaraan Bermotor

Kebisingan yang disebabkan oleh pemakaian kendaraan bermotor, baik yang beroda dua, yang beroda empat, maupun yang beroda lebih dari empat. Dengan banyaknya sumber kebisingan yang di atas permukaan jalan, maka jalan rayapapun diciptakan sebagai sumber kebisingan utama dewasa ini. Setiap jenis kendaraan bermotor memiliki frekuensi tertentu. Menurut White and Walker (1982), kendaraan bermotor umumnya memiliki tingkat kebisingan maksimum pada frekuensi antara 100 Hz sampai 7000 Hz. Sumber kebisingan kendaraan bermotor berasal dari mesin, transmisi rem, knalpot, klakson, dan gesekan antara ban dengan jalan. Kerena gesekan yang terjadi antara ban dengan jalan adalah gesekan antara benda lunak dan keras, berat kendaraan umumnya jauh dibawah kereta api dan pesawat terbang, maka kebisingan dari jalan umumnya berupa bunyi dan hanya sedikit yang berupa bunyi dan getaran. Oleh karena itu, idealnya bangunan di tepi jalan cukup didesain untuk meredam masuknya bunyi ke dalam bangunan.

2.2.2.2 Jenis Kebisingan

Jenis-jenis kebisingan berdasarkan sifatnya dapat dibedakan menjadi 5 yaitu (Suma'mur 1978 dalam Romadhon, 2010):

1. Bising terus-menerus dengan spektrum frekuensi luas.

Steady state wide band noise, bising jenis ini merupakan bising yang relatif tetap dalam batas amplitudo kurang lebih 5 dBA untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Contoh: dalam kokpit pesawat helikopter, gergaji sirkuler.

2. Bising terus-menerus dengan spektrum frekuensi sempit.

Steady state wide band noise, bising ini relatif tetap dan hanya pada frekuensi tertentu saja (misal 5000, 1000 atau 4000 Hz). Contoh: suara gergaji sirkuler, suara katup gas.

3. Bising Impulsif

Bising jenis ini memiliki perubahan tekanan suara melebihi 40 dBA dalam waktu sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengarannya. Contoh: suara ledakan petasan, tembakan, meriam.

4. Bising Impulsif berulang-ulang

Sama seperti bising impulsif, tetapi terjadi berulang-ulang misalnya pada mesin tempa di perusahaan. Bising yang dianggap lebih sering merusak pendengaran adalah bising yang bersifat terus-menerus, terutama yang memiliki spektrum frekuensi lebar dan intensitas yang tinggi.

5. Bising terputus-putus

Bising jenis ini sering disebut juga *intermittent noise*, yaitu kebisingan tidak berlangsung terus menerus, melainkan ada periode relatif tenang. Contoh: suara lalu lintas, kebisingan di lapangan terbang, kipas angin, dan suara katup mesin gas.

Pada Tabel 2.1 di bawah ini merupakan skala intensitas kebisingan yang dikelompokkan berdasarkan sumber kebisingan.

Tabel 2.1 Skala Intensitas Kebisingan dan Sumbernya

Tingkat Kebisingan	Intensitas (dB)	Batas dengar tertinggi
1. Menyebabkan tuli	100-120	Halilintar, meriam, mesin uap
2. Sangat buruk	80-90	Hiruk pikuk jalan raya, perusahaan sangat gaduh, dan peluit polisi
3. Kuat	60-70	Kantor bising, jalan pada umumnya, radio dan perusahaan
4. Sedang	40-50	Rumah gaduh, kantor pada umumnya, dan percakapan kuat
5. Tenang	20-30	Rumah tenang, kantor perorangan, dan percakapan
6. Sangat tenang	0-10	Suara daun dan berbisik

Sumber: Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)

2.2.3 Dampak Kebisingan

Kebisingan dapat menimbulkan pengaruh yang luas. Bising tidak hanya mempengaruhi kapasitas pendengaran kita tetapi juga fungsi-fungsi tubuh yang lain. Pengaruh kebisingan terhadap

tubuh sama seperti pengaruh stres terhadap tubuh manusia (Dian 2006 dalam Phersiana 2010).

Tambunan (2005) menyatakan, bahwa kebisingan dapat menyebabkan dua jenis gangguan pada manusia, yaitu sebagai berikut.

1. Dampak auditorial

Cukup banyak jenisnya dengan tingkat keparahan yang beragam, mulai bersifat dan dapat disembuhkan atau sembuh dengan sendirinya (*Temporary Threshold Shift* atau TTS) hingga permanen (*Permanent Threshold Shift* atau PTS).

Manusia mengalami gangguan pendengaran (*hearing loss*) umumnya mengalami kesulitan (ringan sampai berat) untuk membedakan kata-kata yang memiliki kemiripan dan atau mengandung konsonan-konsonan pada rentang frekuensi agak tinggi seperti konsonan S, F, SH, H dan C lembut.

Dalam istilah kedokteran, salah satu jenis dampak auditorial yang cukup terkenal adalah *tinnitus*. Gangguan jenis ini dapat dikenali dari adanya bunyi “deringan” atau “siulan” di telinga saat suara yang memekakkan telinga (kebisingan) dihentikan, dan dapat terus berlanjut hingga waktu yang cukup lama (akan semakin mudah diidentifikasi saat penderita berada di tempat cukup sunyi atau hendak tidur). *Tinnitus* terjadi karena durasi kontak antara telinga dengan kebisingan terlalu lama sehingga akhirnya bagian dalam telinga mengalami iritasi. *Tinnitus* dapat menjadi gangguan yang bersifat permanen bagi manusia jika tidak ditangani secara serius.

Dampak auditorial juga dapat diklasifikasikan berdasarkan letak atau posisi gangguan pendengaran pada sistem pendengaran manusia. Salah satu cara untuk mengetahui dampak tersebut dengan melakukan *audiometric test* (konduksi udara dan tulang). terdapat tiga jenis gangguan (*hearing loss*) untuk menentukan seorang telah mengalami dampak tersebut, yaitu:

a) *Conductive hearing loss*

Jenis gangguan ini diklasifikasikan sebagai masalah mekanis (*mechanical hearing loss*) karena menyerang bagian luar dan tengah telinga pekerja, tepatnya selaput gendang telinga dan ketiga tulang utama (*hammer, anvil, dan stirrup*) menjadi sulit dan tidak bisa bergetar. Akibatnya, pekerja menjadi agak sulit mendengar.

Pada cukup banyak kasus di tempat kerja, kasus *conductive hearing loss* bersifat sementara. Penggunaan alat bantu pendengaran (*hearing aids*) direkomendasikan bagi penderita *conductive hearing loss*. Tergantung pada jenis penyebabnya, tindakan pembedahan terkadang dapat diberikan pada kasus-kasus sejenis.

b) *Sensorineural hearing loss*

Sesuai dengan namanya, *sensorineural hearing loss* diklasifikasikan sebagai masalah pada sistem sensor, dan bukan masalah mekanis. Berbeda dengan *conductive hearing loss* yang disebabkan oleh ketidakberesan pada bagian luar dan tengah telinga, *sensorineural hearing loss* disebabkan ketidakberesan pada bagian dalam telinga, khususnya cochlea. Tingkat keparahan *sensorineural hearing loss* cukup beragam, mulai ringan hingga serius, namun umumnya bersifat permanen.

c) *Mixed hearing loss*

Kombinasi dari gangguan pendengaran konduktif dan gangguan pendengaran sensorineural. Gangguan pendengaran campuran ada pada kerusakan bagian telinga luar dan bagian telinga tengah.

Telinga sebagai indera pendengaran merupakan alat keseimbangan tubuh. Oleh karena itu, baik langsung maupun tidak langsung, gangguan atau bahaya bagi sistem pendengaran manusia menjadi bahaya potensial bagi sistem keseimbangan manusia.

Tabel 2.2 berikut ini akan disajikan klasifikasi tingkat kebisingan sesuai pendengaran orang dewasa.

Tabel 2.2 Klasifikasi Tingkat Keparahan Gangguan Pendengaran

Rentang batas atas kekuatan suara yang dapat didengar (oleh orang dewasa)	Klasifikasi tingkat keparahan gangguan sistem pendengaran
0 dB - 20 dB	Rentang normal
26 dB - 40 dB	Gangguan pendengaran ringan (<i>mild hearing loss</i>)
41 dB - 55 dB	Gangguan pendengaran sedang (<i>moderate hearing loss</i>)
56 dB - 70 dB	Gangguan pendengaran cukup serius (<i>moderately severe hearing loss</i>)
71 dB - 90 dB	Gangguan pendengaran serius (<i>severe hearing loss</i>)
Lebih dari 90 dB	Gangguan pendengaran sangat serius (<i>profound hearing loss</i>)

Sumber: Tambunan (2005)

2. Dampak *Nonauditorial*

Selain menimbulkan dampak negatif (permanen atau sementara) terhadap sistem pendengaran, kebisingan juga dapat mengganggu aktivitas (Tambunan, 2005).

- a) Sistem keseimbangan
- b) Cardiovasculer

Tekanan darah menjadi naik, denyut jantung meningkat (secara visual dapat dilihat dari cara seseorang bernafas yang

semakin cepat dan mudah terengah-engah saat bekerja di tempat bising).

c) Kualitas tidur (*noise induced sleep*)

Tingkat gangguan tidur sangat bervariasi pada setiap orang, mulai dari ringan hingga berat, misalnya sering terbangun tanpa sebab yang jelas, tidak tenang/sering berpindah posisi tidur/frekuensi gerakan tubuh cukup tinggi, perubahan pada gerakan mata (*rapid eye movement*).

d) Kondisi kejiwaan pekerja (*stress*).

2.2.4 Alat Ukur Kebisingan

Alat pengukur kebisingan biasa disebut Sound Level Meter (SLM). SLM adalah tingkat kekuatan atau kekerasan bunyi yang diukur dengan suatu alat. Alat ini terdiri dari: mikrofon, amplifier, weighting network dan layar display dalam satuan dB. Layarnya dapat berupa layar manual yang ditunjukkan dengan jarum dan angka seperti halnya jam manual, ataupun berupa layar digital seperti halnya jam digital. SLM yang sederhana hanya dapat mengukur tingkat kekerasan bunyi dalam satuan dB, sedangkan SLM yang canggih sekaligus mampu menunjukkan frekuensi bunyi yang diukur. SLM yang amat sederhana biasanya hanya dilengkapi dengan bobot pengukuran A (dBA) dengan sistem pengukuran seketika (tidak dapat menyimpan dan mengolah data), sedangkan yang sedikit lebih baik, dilengkapi pula dengan skala pengukuran B dan C. Beberapa SLM yang lebih canggih dapat sekaligus dipakai untuk menganalisis tingkat kekerasan dan frekuensi bunyi yang muncul selama rentang waktu tertentu (misalnya tingkat kekerasan selama 1 menit, 10 menit, atau 8 jam) dan mampu menggambarkan gelombang yang terjadi. Beberapa produsen menamakannya HandHeld Analyser (HHA), ada pula dalam model Desk Analyser (DA) (Mediastika, 2005).

2.2.5 Baku Mutu Kebisingan

Dalam penerapan perannya terhadap pencegahan kebisingan, dibuatlah beberapa ukuran standar atau kriteria dari kebisingan yang ditetapkan oleh beberapa pihak, yaitu:

1. Menurut Menteri Negara Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/MEN/X/2011 Tahun 2011 mengenai Nilai Ambang Batas (NAB) Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja. NAB ditetapkan dalam waktu pemaparan per hari berdasarkan intensitasnya, menyatakan bahwa para pegawai atau pekerja yang bekerja selama 8 jam perhari intensitas maksimum kebisingan yang dapat ditolerir sebesar 85 dBA. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.3 mengenai nilai ambang batas kebisingan.

Tabel 2.3 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Waktu Pemaparan per Hari		Intensitas (dBA)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
2,18	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124

1,75		127
0,88		130
0,44	Detik	133
0,22		136
0,11		139

Sumber: KepMenaker No. 51/MEN/1999

2. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang baku mutu tingkat kebisingan menyatakan bahwa baku mutu tingkat kebisingan permukaan rumah sakit atau sejenisnya yang ditetapkan adalah 55 dBA, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan		Tingkat kebisingan dB (A)
a.	Peruntukan kawasan	55
	1. Perumahan dan pemukiman	70
	2. Perdagangan dan Jasa	65
	3. Perkantoran dan Perdagangan	50
	4. Ruang Terbuka Hijau	70
	5. Industri	60
	6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	70
	7. Rekreasi	70
	8. Khusus:	60

	- Bandar udara *) - Stasiun Kereta Api *) - Pelabuhan Laut - Cagar Budaya	
b.	Lingkungan Kegiatan 1. Rumah Sakit atau sejenisnya 2. Sekolah atau sejenisnya 3. tempat ibadah atau sejenisnya	55 55 55

2.2.6 Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan Menurut Keputusan No.48/MENLH/11/1996

Pengukuran tingkat kebisingan menurut KEPMEN-LH No.48 tahun 1996 dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1) Cara Sederhana

Dengan sebuah *sound level meter* biasa diukur tingkat tekanan bunyi sesaat dB(A) selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap lima detik.

2) Cara Langsung

Dengan sebuah *integrating sound level meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran LTMS, yaitu *Leq* dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit.

Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (L_{SM}) dengan cara pada siang hari tingkat aktivitas yang paling tinggi

selama 16 jam (L_s) pada selang waktu 06.00-22.00 dan aktivitas malam hari selama 8 jam (L_s) pada selang waktu 22.00-06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran, sebagai contoh:

- a) L_1 diambil pada jam 07.00 mewakili jam 06.00 – 09.00
- b) L_2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00 – 14.00
- c) L_3 diambil pada jam 15.00 mewakili jam 14.00 – 17.00
- d) L_4 diambil pada jam 20.00 mewakili jam 17.00 – 22.00
- e) L_5 diambil pada jam 23.00 mewakili jam 22.00 – 24.00
- f) L_6 diambil pada jam 01.00 mewakili jam 24.00 – 03.00
- g) L_7 diambil pada jam 04.00 mewakili jam 03.00 – 06.00

Keterangan :

Leq = *Equivalent Continuous Noise Level* atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah nilai tertentu kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan yang ajeg (steady) pada selang waktu yang sama. Satuannya adalah dB (A).

LTMS = Leq dengan waktu sampling tiap 5 detik, satuannya adalah dB(A).

S = Leq selama siang hari satuannya adalah dB(A).

M = Leq selama malam hari satuannya adalah dB(A).

SM = Leq selama siang dan malam hari satuannya adalah dB(A).

2.2.7 Metode Perhitungan Kebisingan Menurut Keputusan No.48/MENLH/11/1996

Menurut KEPMEN-LH no. 48 tahun 1996 metode untuk tingkat kebisingan sebagai berikut:

1. LTMS dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LTMS = 10 \log 1/600 \{5 \cdot 10^{0,1 L_1} + 5 \cdot 10^{0,1 L_2} + \dots + 5 \cdot 10^{0,1 L_{120}}\} \text{ dB(A)}$$

2. LS dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LS = 10 \log 1/16 (T_1 \cdot 10^{0,1 L_5} + \dots + T_4 \cdot 10^{0,1 L_5}) \text{ dB(A)}$$

3. LM dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LM = 10 \log 1/8 (T_5 \cdot 10^{0,1 L_5} + \dots + T_7 \cdot 10^{0,1 L_7}) \text{ dB(A)}$$

Untuk mengetahui apakah tingkat kebisingan sudah melampaui tingkat kebisingan maka perlu dicari nilai LSM dari pengukuran lapangan.

4. LSM dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LSM = 10 \log 1/24 (16 \cdot 10^{0,1 L_s} + 8 \cdot 10^{0,1 L_m}) \text{ dB(A)}$$

2.3 Tingkat kebisingan

Terdapat dua karakteristik utama yang menentukan kualitas suatu bunyi atau suara, yaitu frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran per detik dengan satuan Hertz (Hz), yaitu jumlah gelombang bunyi yang sampai di telinga setiap detiknya. Sesuatu benda jika bergetar menghasilkan bunyi atau suara dengan frekuensi tertentu yang merupakan ciri khas dari benda tersebut. Biasanya suatu

kebisingan terdiri atas campuran sejumlah gelombang sederhana dari aneka frekuensi. Nada suatu kebisingan ditentukan oleh frekuensi getaran (Suma'mur, 2009).

Intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam suatu satuan logaritmis yang disebut desibel (dB) dengan memperbandingkannya dengan kekuatan standar $0,0002 \text{ dyne/cm}^2$ yaitu kekuatan bunyi dengan frekuensi 1000 Hz yang tepat didengar oleh telinga normal (Suma'mur, 2009).

Menurut SK Dirjen P2M dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan RI Nomor 70-1/PD.03.04.Lp, (Petunjuk Pelaksanaan Pengawasan Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan Tahun 1992, 1994/1995), tingkat kebisingan diuraikan sebagai berikut :

- 1) Tingkat kebisingan sinambung setara (*Equivalent Continuous Noise Level = Leq*) adalah tingkat kebisingan terus menerus (*steady noise*) dalam ukuran dB (A), berisi energi yang sama dengan energi kebisingan terputus-putus dalam satu periode atau interval waktu pengukuran.
- 2) Tingkat kebisingan yang dianjurkan dan maksimum yang diperbolehkan adalah rata-rata nilai modus dari tingkat kebisingan pada siang, petang dan malam hari.

2.4 Pemetaan Kebisingan

Pemetaan adalah proses pengukuran, perhitungan, dan penggambaran permukaan bumi (*terminology geodesi*) dengan menggunakan cara atau metode tertentu sehingga didapatkan hasil berupa softcopy maupun hardcopy peta yang berbentuk vector raster (Ukur, 2006).

Beberapa pengertian menurut pakar diantaranya, Pemetaan kebisingan adalah alat yang digunakan untuk memberikan informasi visual dari pelaku akustik wilayah geografis baik di saat tertentu atau di saat statis. Pemetaan sebagai alat untuk

meningkatkan atau menjaga kualitas lingkungan mengenai polusi suara, memungkinkan untuk melihat perbandingan masalah dari berbagai sumber dan penerima. Pemetaan kebisingan juga merupakan alat yang sangat baik untuk perencanaan perkotaan (Pinto dan Mardones, 2007).

Noise mapping atau pemetaan kebisingan adalah suatu sketsa yang sangat teliti yang menggambarkan letak relative dari semua titik sampling kebisingan. Ke dalam sketsa ini ditambahkan data tingkat kebisingan di sekitar titik sampling kebisingan (Ningsih, 2009).

2.5 Program Pemetaan Surfer

Program *surfer* pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan *Golden Software*. *Golden Software* terletak di Golden, Colorado yang didirikan pada bulan Maret 1983. pendirian perusahaan tersebut merupakan gagasan dari Dan Smith yang merupakan seorang mahasiswa pascasarjana di Departemen Pertambangan di Colorado School of Mines, dan Patrick Madinson yaitu seorang CSM Instruktur Ilmu Komputer. Antara tahun 1985-1986 perusahaan ini merilis dua DOS aplikasi yaitu *surfer* dan *grapher*. *Surfer* merupakan sebuah program pemetaan permukaan dan kontur, dan *Grapher* merupakan aplikasi *spreadsheet plotting* (Aprilyawan, 2015).

Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang berdasarkan pada grid. Perangkat lunak ini melakukan plotting data tabular XYZ tak beraturan menjadi lembar titik-titik segi empat (grid) yang beraturan. Grid adalah serangkaian garis vertikal dan horisontal yang dalam Surfer berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur dan surface tiga dimensi. Garis vertikal dan horisontal ini memiliki titik-titik perpotongan. Pada titik perpotongan ini disimpan nilai Z yang berupa titik ketinggian atau kedalaman. Gridding merupakan proses pembentukan rangkaian nilai Z yang teratur dari sebuah

data XYZ. Hasil dari proses gridding ini adalah file grid yang tersimpan pada file.grd.

2.6 Efektifitas Pengurangan Kebisingan

Secara umum, penghalang dengan tanaman diterapkan apabila tidak diperlukan penurunan kebisingan yang terlalu besar atau dikombinasikan dengan penghalang lain apabila dibutuhkan tingkat efektifitas pengurangan kebisingan yang besar. Tanaman yang digunakan untuk penghalang kebisingan harus memiliki kerimbunan dan kepadatan daun yang cukup dan merata mulai dari permukaan tanah hingga ketinggian yang diharapkan. Untuk itu, perlu diatur suatu kombinasi antara tanaman penutup tanah, perdu, dan pohon atau kombinasi dengan bahan lainnya sehingga efek penghalang menjadi optimum. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.5 mengenai nilai efektifitas pengurangan kebisingan oleh berbagai macam tanaman.

Tabel 2.5 Efektifitas Pengurangan Kebisingan Oleh Tanaman

Jenis tanaman	Volume kerimbunan daun (m ³)	Jarak dari Sumber Bising ke Tanaman (d) (m)	Ketinggian Pengukuran (m)	Rata-rata Reduksi kebisingan; IL (dBA)
Akasia (<i>Acacia mangium</i>)	114,39	18,20 30,20	1,20 4,00	2,5 4,1
	118,23	18,20 24,60	1,20 4,00	2,7 4,4
Bambu pringgondani (<i>Bambusa Sp</i>)	122,03	7,0 16,40	1,20 2,50	1,1 4,9
	366,08	35,4	1,20	14,7
Johar (<i>Casia siamea</i>)	60,74	9,8 17,0	1,20 3,60	0,3 3,2
	83,24	9,6	1,20	0,20
Likuan – Yu (<i>Vermeria obtusifolia</i>)	2,464	8,20	1,20	2,3
Anak Nakal (<i>Durant repens</i>)	1,680	9,80	1,20	0,8
Soka	1,350	11,20	1,20	0,9
Kekaretan	1,105	4,60	1,20	0,9
Sebe (<i>Heliconia Sp</i>)	1,792	3,2	1,20	3,4
Te h - tehan	11,10	6	1,20	2,1
Disisipkan :				
a. T e h – tehan	13,88	6	1,20	2,7
b. <i>Heliconia sp</i>	2,75	9	1,20	3,8
	16,65	6	1,20	4,2
	33,3	9	1,20	5,0

BAB III

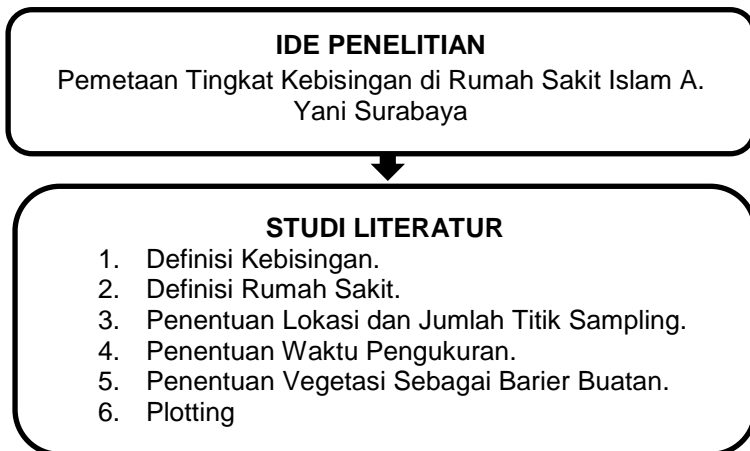
METODOLOGI PENELITIAN

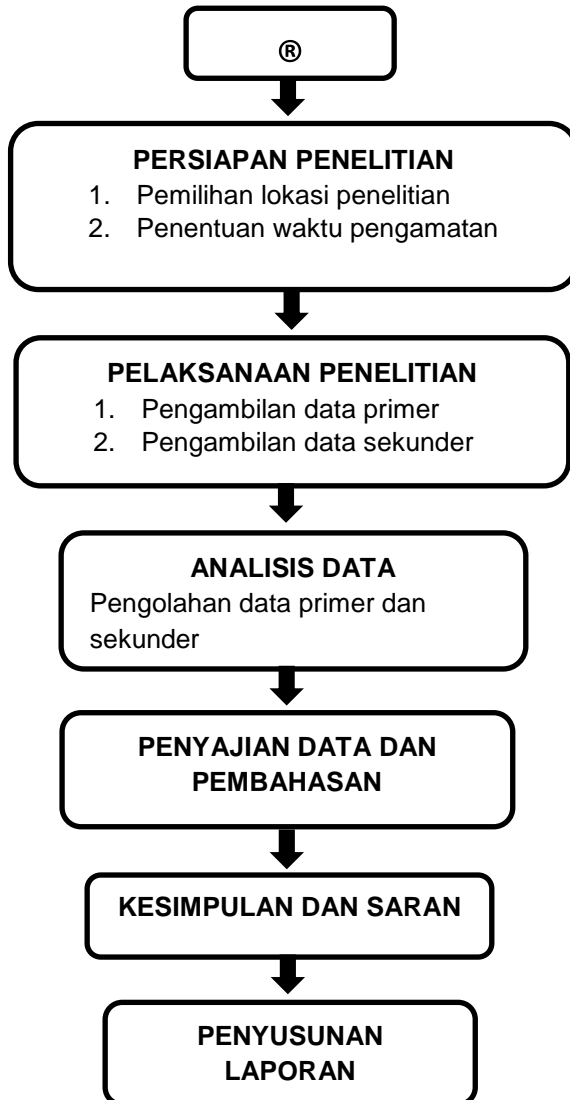
3.1 Umum

Penelitian ini termasuk dalam penelitian lapangan, yang bertujuan untuk menghitung nilai tingkat kebisingan dan menghitung distribusi tingkat kebisingan. Lokasi yang dijadikan tempat penelitian adalah Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya .

3.2 Diagram Alir Kerangka Penelitian

Metode penelitian disusun dalam bentuk kerangka penelitian. Diagram alir kerangka penelitian ini sebagai gambaran awal penelitian dan juga untuk mempermudah proses pengerjaan penelitian dan penulisan laporan. Dimulai dari ide penelitian, lalu studi Literatur yang menunjang pokok bahasan, persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian yang melibatkan pengambilan data sekunder dan data primer, hingga kesimpulan dan saran. Kerangka dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

3.3 Ide Penelitian

Pemetaan tingkat kebisingan akan berguna dalam menentukan nilai tingkat kebisingan pada saat jam kerja dan distribusi tingkat kebisingan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai tingkat kebisingan dan distribusi tingkat kebisingan di rumah sakit. Oleh karena itu dibutuhkan data untuk mengetahui nilai tingkat kebisingan tersebut. Data diperoleh dari hasil sampling atau data primer dan juga data sekunder peta kawasan Jalan Achmad Yani No. 2 - 4, A. Yani, Surabaya.

3.4 Studi Literatur

Studi Literatur bisa didapatkan melalui buku ilmiah, jurnal Literatur, laporan penelitian terdahulu atau bahkan internet. Studi Literatur ini berguna untuk mengumpulkan informasi mengenai penelitian dan mempelajarinya, yang digunakan mulai tahap awal pembahasan penelitian hingga tahap akhir penelitian.

3.5 Persiapan Penelitian

1. Pemilihan Lokasi Penelitian

Persiapan penelitian dimulai dengan menentukan lokasi penelitian. Penelitian ini memilih lokasi di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya. Dikarenakan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya sebelumnya belum pernah mendapat penelitian mengenai pemetaan tingkat kebisingan. Dilakukan juga untuk mengetahui lokasi penelitian, karakteristik Rumah Sakit, dan tempat dilakukannya pengambilan data yang diperlukan dalam penyusunan hasil penelitian untuk menentukan nilai tingkat kebisingan pada Rumah Sakit tersebut.

2. Penentuan Waktu Pengamatan

Penentuan waktu pengamatan dilakukan setiap hari dimulai pukul 6 pagi hingga pukul 6 pagi selama dua minggu. Untuk pengumpulan data nilai tingkat kebisingan dilakukan pembacaan ditempat

kemudian hasil pencatatan ditulis di form pencatatan.

3.6 Pelaksanaan Penelitian

1. Pengambilan Data Primer

Data primer adalah data yang didapat langsung dari hasil pencatatan. Data primer tersebut yaitu mencatat nilai tingkat kebisingan setiap hari pukul 6 pagi hingga pukul 12 malam dalam kurun waktu 7 hari. Waktu pengamatan hanya dilakukan selama 7 hari karena selama 7 hari sudah dapat menentukan nilai tingkat kebisingan dan tidak perlu mengulang hari yang sama sampai dua atau tiga kali bahkan lebih. Hari senin sampai hari minggu yang lalu dengan hari senin hingga hari minggu yang sekarang dianggap sama. Pengambilan data primer bertujuan untuk menentukan nilai tingkat kebisingan yang nantinya data tersebut diolah menggunakan rumus-rumus yang tercantum pada Metode Perhitungan Kebisingan Menurut Keputusan No.48/MENLH/11/1996 sehingga menghasilkan nilai rerata kebisingan.

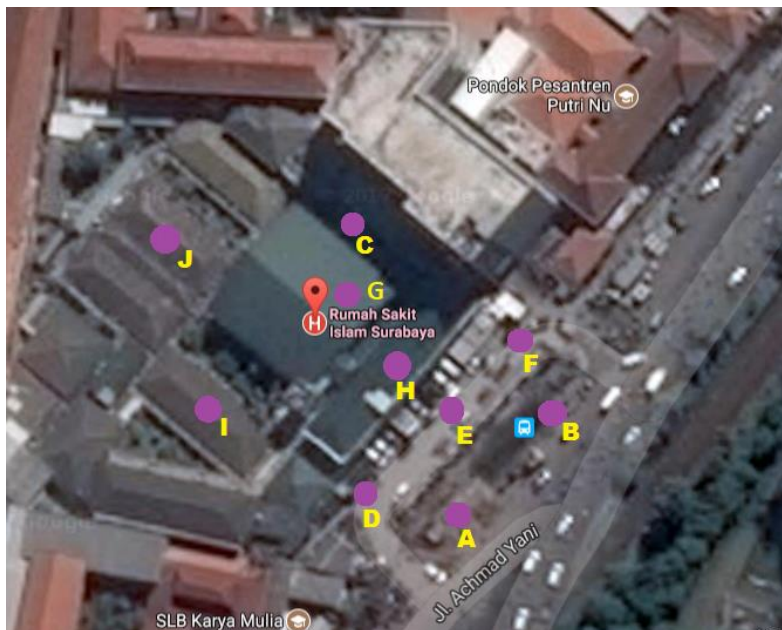
Untuk Pengambilan sampel dilakukan selama 10 menit untuk setiap pengukuran dan pembacaan dilakukan setiap 5 detik dengan pengambilan data pada waktu level siang hari (Ls) dan pada waktu level malam hari (Lm). Penentuan waktu sampling berdasarkan pada jam-jam kepadatan lalu lintas. Berikut rentang waktu pengukurannya:

- a) L1 diambil pada jam 08.00 mewakili jam 06.00 – 09.00
- b) L2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00 – 14.00
- c) L3 diambil pada jam 16.00 mewakili jam 14.00 – 17.00
- d) L4 diambil pada jam 18.00 mewakili jam 17.00 – 22.00
- e) L5 diambil pada jam 24.00 mewakili jam 22.00 – 24.00
- f) L6 diambil pada jam 02.00 mewakili jam 24.00 – 03.00
- g) L7 diambil pada jam 04.00 mewakili jam 03.00 – 06.00

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan dengan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya dengan jumlah titik sampling yang telah ditentukan sebelumnya. Cara pembacaan SLM dengan cara

melihat langsung pada indikator atau jarum penunjuk dan mencatat level bunyi secara cepat.

Penentuan jumlah titik sampling dan lokasi titik sampling ditentukan secara random. Metode tersebut digunakan karena diasumsikan bahwa akan ada perbedaan tingkat kebisingan pada masing-masing titik sampling berdasarkan jarak titik sampling dengan sumber kebisingan dan juga agar pada saat dilakukan pemetaan nilai kebisingan tersebut dengan *software*, hasil konturnya akan terlihat lebih spesifik. Gambar 3.2 berikut merupakan lokasi titik sampling.



Gambar 3.2 Lokasi Titik Sampling

Keterangan: A: Tempat Parkir

B: Tempat Parkir

C: Lorong Poli

D: Di sekitar tempat parkir mobil
ambulance

E: Di samping pintu *lobby*

F: Di samping Instalasi Gawat Darurat

G: Di depan Ruang Bersalin

H: Di depan Instalasi Gawat Darurat
bagian dalam rumah sakit

I: Rawat Inap

J: Rawat Inap

2. Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat langsung dari Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya. Data sekunder tersebut adalah peta kawasan Jalan Achmad Yani No. 2 - 4, A. Yani, Surabaya.

3.7 Visualisasi Kondisi Tingkat Kebisingan

Dari data yang telah didapat di titik sampel utama dan titik sampel tambahan tersebut kemudian dapat diterangkan kondisi kebisingan dengan memetakan kebisingan menggunakan visualisasi berupa peta kontur kebisingan. Pada penelitian ini digunakan software surfer untuk memetakan kontur kebisingannya. Cara memetakan dengan menggunakan software Surfer akan dijelaskan pada subbab berikutnya. Kemudian tingkat persebaran kebisingan di titik-titik sampel tambahan juga akan dievaluasi dengan perhitungan menggunakan persamaan. Titik tambahan ini diberi jarak 25 meter tiap titik hingga jarak maksimum 50 meter dari titik sampling utama. Intensitas kebisingannya dapat dihitung dengan persamaan:

$$LP2 = LP1 - 10 \log (r2/ r1)$$

Dimana:

- LP1 = Tingkat kebisingan pada jarak r1 (dBA)
- LP2 = Tingkat kebisingan pada jarak r2 (dBA)
- r1 = Jarak titik 1 dari sumber kebisingan
- r2 = Jarak titik 2 dari sumber kebisingan

Setelah dihitung seluruh titik, kemudian diplotkan kembali ke *software* Surfer untuk visualisasi pemetaan kebisingannya sehingga didapatkan pola persebarannya dan kemudian dapat dibandingkan dengan pemetaan dari hasil sampling data primer kebisingan yang telah diambil sebelumnya.

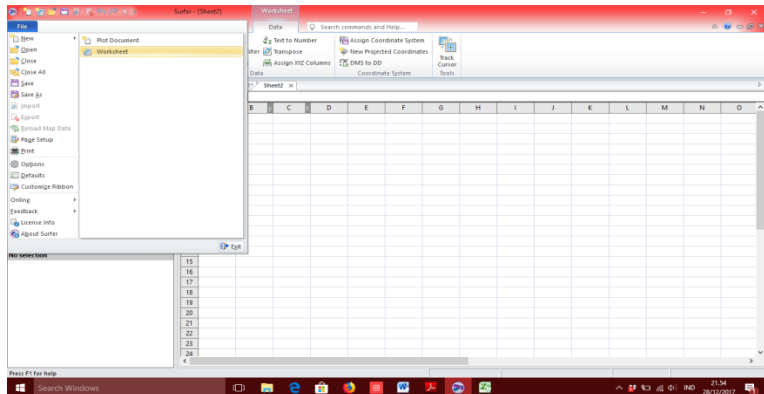
3.8 Analisis Data

Dari hasil pengukuran di lapangan didapatkan distribusi tingkat kebisingan yang menjadi objek studi. Data yang telah tersedia dapat diolah dan disederhanakan agar memudahkan dalam pengolahan perhitungan di tahap selanjutnya. Tahap analisis data sebagai berikut:

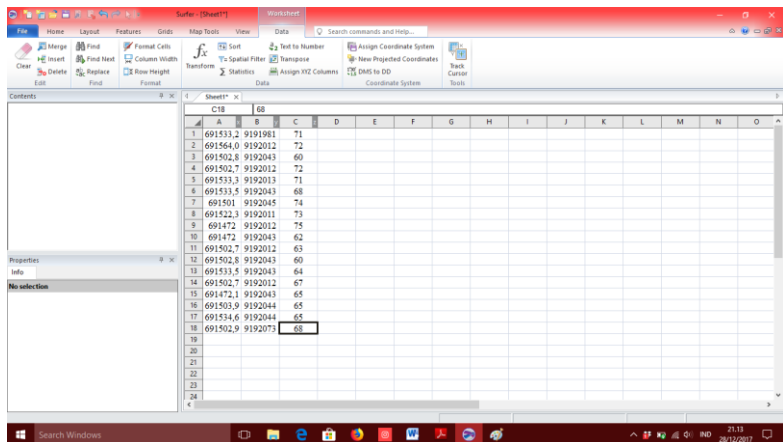
1. Pengolahan Data Primer dan Sekunder.

Data nilai tingkat kebisingan yang telah terkumpul dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui distribusi tingkat kebisingan. Setelah data terkumpul, selanjutnya data-data diolah menggunakan *software surfer* untuk menghasilkan peta kontur. Tidak ada perhitungan manual menggunakan rumus untuk menentukan kontur kebisingannya. Berikut langkah-langkah proses pembuatan peta kontur:

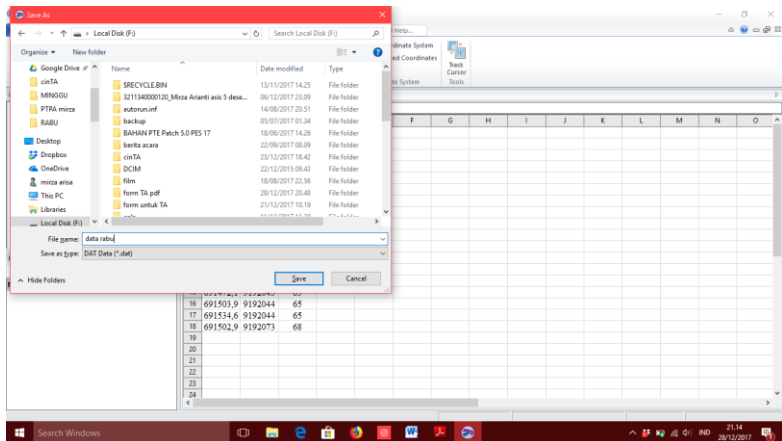
- 1) Membuka program software surfer, Klik file kemudian new worksheet.



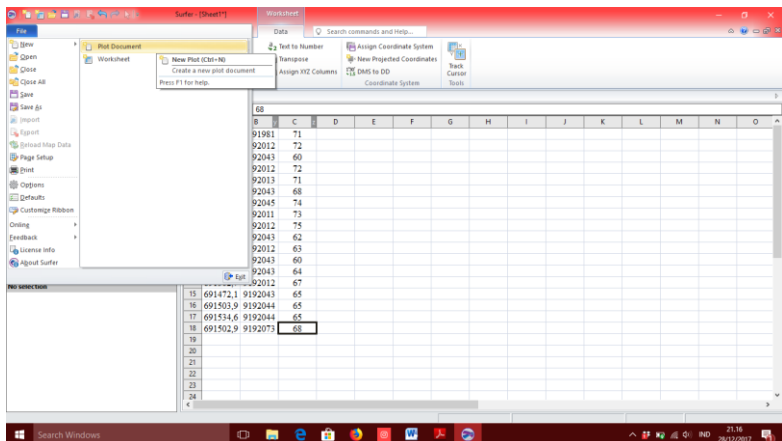
- 2) Masukkan data-data koordinat dan elevasi yang ingin dibuat.



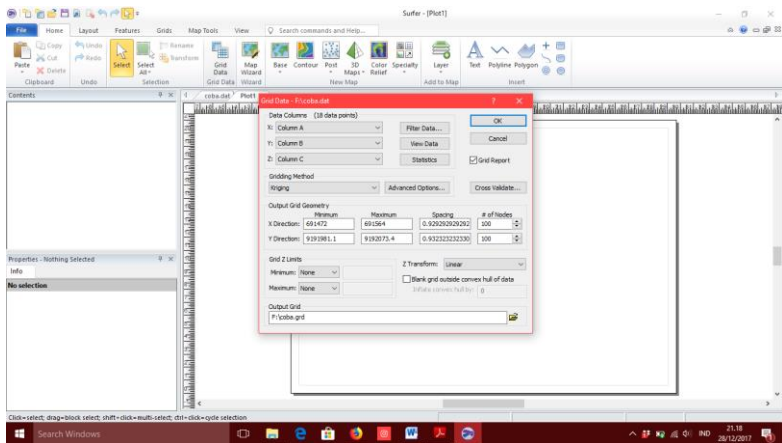
3) Simpan file.



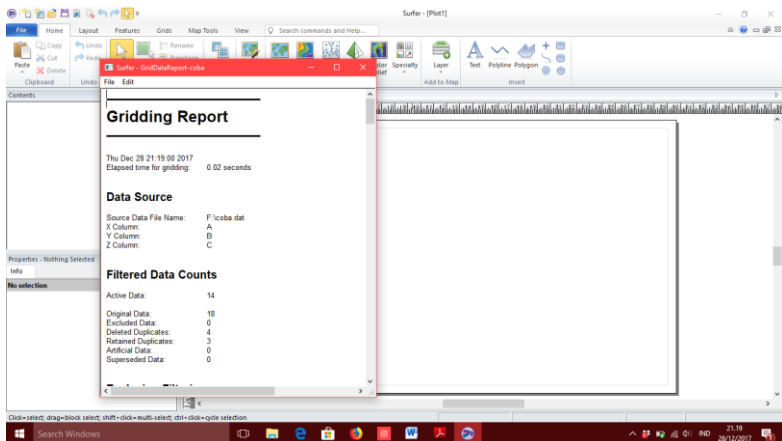
4) Setelah disimpan kemudian buka kembali data tersebut, klik file lalu pilih new lalu plot document.



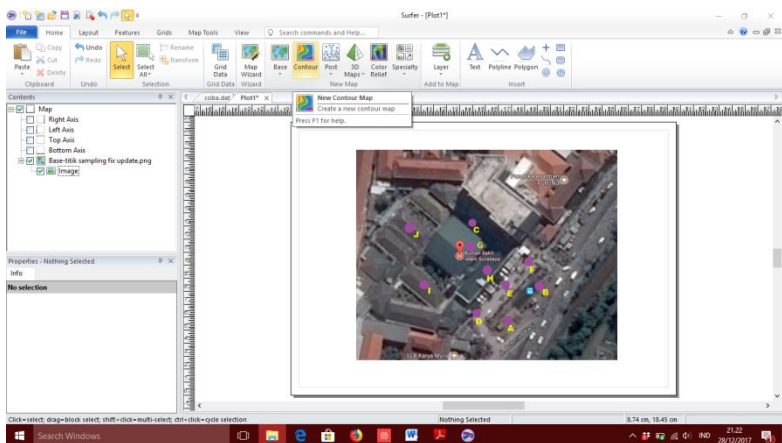
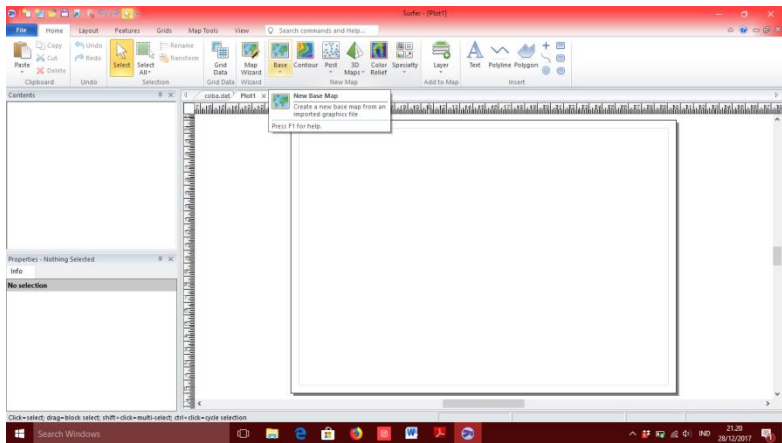
- 5) Untuk melihat kontur yang telah jadi klik grid, lalu data kemudian pilih file yang tadi telah disimpan.



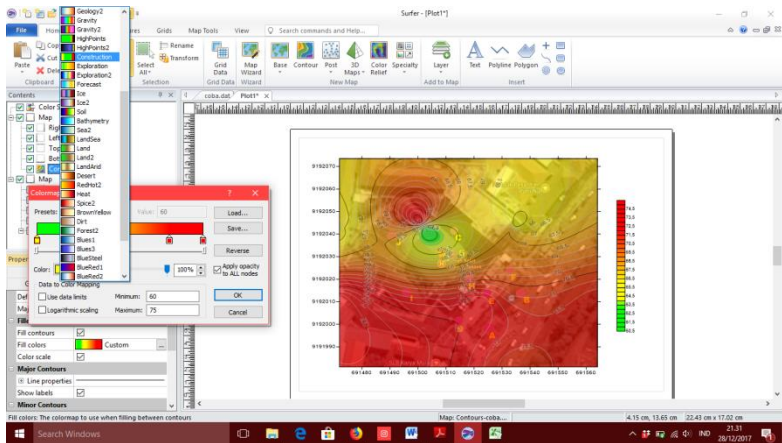
- 6) Pilih metode kringing lalu OK.



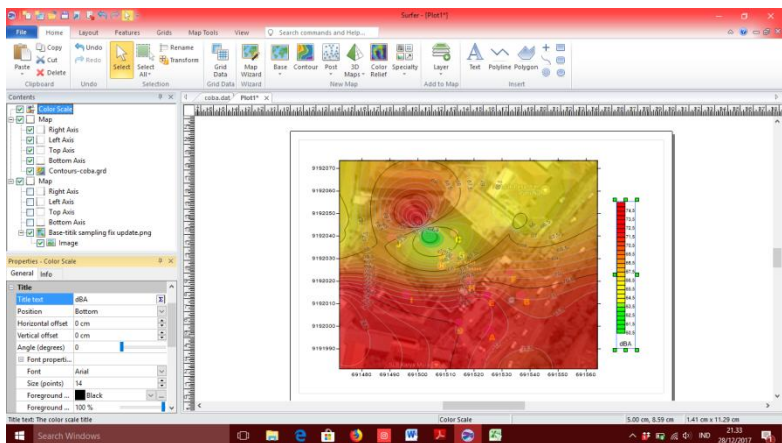
- 7) Untuk membuat base klik base map, kemudian untuk membuat contour map klik contour.



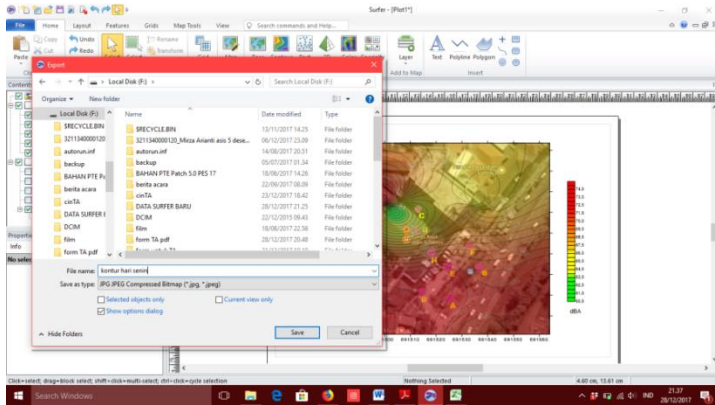
- 8) Untuk mengedit kontur, mengubah tampilan kontur misalnya memberi warna, double klik pada kontur yang ada.



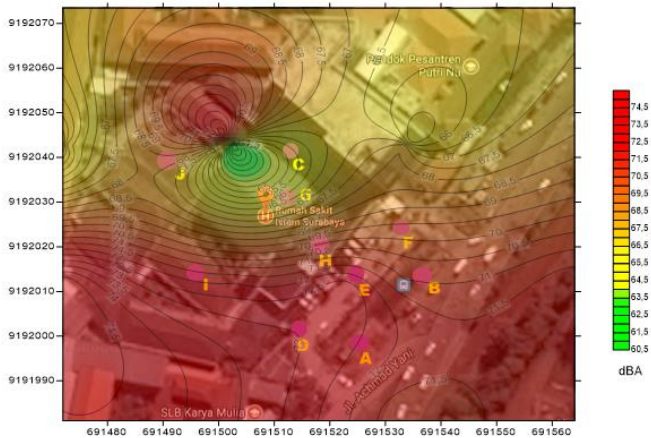
- 9) Buat tabel dan edit sesuai yang diinginkan.



- 10) Export file dengan cara, file export kemudian pilih jenis file JPEG lalu OK.



- 11) Langkah-langkah dalam pembuatan peta kontur telah selesai.



3.9 Penyajian Data dan Pembahasan

Dalam hal ini data dapat dibandingkan hasilnya dengan baku mutu. Sehingga dapat diketahui apakah lokasi penelitian tersebut melebihi baku mutu atau tidak. Bilamana lokasi penelitian tersebut melebihi baku mutu, perlu ditentukannya penambahan barrier buatan agar nilai tingkat kebisingan yang tinggi dapat berkurang.

3.10 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran didapatkan dari penelitian dan analisa teknik yang dibandingkan dengan studi Literatur sehingga dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai alokasi presentase, distribusi tingkat kebisingan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pemetaan tingkat kebisingan pada Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya. Pemetaan tingkat kebisingan ditentukan berdasarkan hasil pengukuran nilai kebisingan pada setiap titik, dimana hasil pemetaan tersebut akan memberikan hasil mengenai titik pengukuran yang melebihi atau sesuai dengan standar baku mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996. Pengukuran kebisingan dilakukan pada sepuluh titik lokasi yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Lokasi A dan B merupakan tempat parkir, lokasi C merupakan lorong poli, lokasi D berada di sekitar tempat parkir mobil *ambulance*, lokasi E merupakan lobby rumah sakit, lokasi F berada pada samping ruang Instalasi Gawat Darurat, lokasi G berada di depan ruang bersalin, lokasi H berada di depan Instalasi Gawat Darurat, I dan J merupakan ruang rawat inap.

Pengukuran kebisingan dilakukan selama satu minggu dengan pertimbangan bahwa karakteristik kebisingan dalam satu minggu dapat mewakili aktivitas yang terjadi di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya. Pengukuran dilakukan selama jam aktif kerja pada umumnya yaitu selama 18 jam atau pengukuran pada waktu siang dengan interval waktu 06.00-09.00, 09.00-14.00, 14.00-17.00, 17.00-22.00, 22.00-24.00, 24.00-03.00 dan 03.00-06.00. Sampling dilakukan selama 10 menit dengan waktu pembacaan setiap 5 detik, sehingga didapatkan 120 data dalam 1 lokasi dan setiap 1 sesi. Pengambilan data harus dilakukan dalam waktu yang bersamaan, dari lokasi A hingga J. Pengambilan sampel menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM). Alat dihadapkan pada sumber bising dan tidak boleh dilakukan selama turun hujan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada lampiran. Penelitian dilakukan melalui dua tahapan, yaitu pengukuran kebisingan dan pemetaan tingkat kebisingan. Berikut merupakan pengolahan data kebisingan.

4.1 Pengukuran Tingkat Kebisingan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya

Pengukuran tingkat kebisingan berdasarkan pada Keputusan No.48/MENLH/11/1996 dan menggunakan rumus-rumus:

- 1) $LTMS = 10 \log 1/600 \{5 \cdot 10^{0,1 L_1} + 5 \cdot 10^{0,1 L_2} + \dots + 5 \cdot 10^{0,1 L_{120}}\}$ dB(A)
- 2) $LS = 10 \log 1/16 (T_1 \cdot 10^{0,1 L_5} + \dots + T_4 \cdot 10^{0,1 L_5})$ dB(A)
- 3) $LM = 10 \log 1/8 (T_5 \cdot 10^{0,1 L_5} + \dots + T_7 \cdot 10^{0,1 L_7})$ dB(A)
- 4) $LSM = 10 \log 1/24 (16 \cdot 10^{0,1 L_5} + 8 \cdot 10^{0,1 L_5})$ dB(A)

Fungsi dari rumus LS, LM, LTMS, dan LSM yaitu untuk mencari nilai valid dari data per hari rerata kebisingan real time yang terjadi. Namun tujuan dari penggunaan rumus LS, LM, LTMS dan LSM berbeda-beda. Penggunaan rumus LS bertujuan untuk mengetahui rerata nilai kebisingan pada siang hari, penggunaan rumus LM bertujuan untuk mengetahui rerata nilai kebisingan pada malam hari, penggunaan rumus LTMS bertujuan untuk mengetahui rerata nilai kebisingan pada keseluruhan waktu sampling tiap 5 detik dan penggunaan rumus LSM bertujuan untuk mengetahui rerata nilai pada waktu siang dan malam hari.

Rumus-rumus tersebut tidak berhubungan sama sekali dengan Rumah Sakit. Dikarenakan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996, jika ingin mencari rerata kebisingan menggunakan rumus tersebut dan itu berlaku untuk kebisingan putus-putus seperti di jalan raya.

4.1.1 Hasil Perhitungan LTMS

Data yang telah didapat sebelumnya kemudian diolah dengan menggunakan persamaan (1) untuk mengetahui nilai ekivalen rata-rata pada 10 menit. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai kebisingan yang dimulai pada hari senin hingga minggu tidak terdapat perbedaan yang terlalu mencolok. Untuk hari senin nilai rata-rata kebisingan berkisar antara 63-72 dBA, pada hari selasa rata-rata nilai kebisingan berkisar pada 64-74

dBA. Untuk hari rabu rata-rata nilai kebisingan berkisar antara 64-73 dBA, hari kamis memiliki rentang rata-rata kebisingan sebesar 59-72 dBA. Pada hari jumat nilai rata-rata kebisingan berkisar antara 58-74 dBA. Pada hari sabtu nilai rata-rata kebisingan berkisar antara 60-74 dan minggu memiliki nilai rata-rata kebisingan yaitu berkisar antara 67-71 dBA. Rata-rata tekanan bunyi pada waktu tertentu ini merupakan kebisingan yang terjadi hanya sementara dan bukan merupakan kebisingan yang terjadi dalam satu hari kerja. Namun hanya merupakan nilai kumulatif kebisingan yang sering muncul dalam rentang waktu pengukuran selama 10 menit. Untuk lebih rincinya dapat dilihat pada Tabel 4.1 hingga 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Senin

hari	lokasi	tingkat kebisingan dengan waktu sampling 5 detik (LTMS)						
		06.00-09.00	09.00-14.00	14.00-17.00	17.00-22.00	22.00-24.00	24.00-03.00	03.00-06.00
senin	A	77	74	78	78	74	72	69
	B	79	77	82	79	75	67	73
	C	72	69	68	68	58	55	58
	D	77	75	77	77	78	69	73
	E	76	76	77	78	73	71	71
	F	76	72	75	74	75	66	64
	G	76	76	76	76	78	68	67
	H	73	74	75	73	72	70	71
	I	77	75	76	75	72	71	76
	J	70	71	57	59	60	56	61

Pada hari senin nilai kebisingan maksimum terjadi di titik B pada rentang pengukuran jam 06.00-09.00 dan 17.00-22.00. hal tersebut terjadi karena aktivitas lalu lintas sedang memuncak, dan juga titik lokasi B berada di parkir mobil yang berarti dekat dengan sumber suara. Sehingga nilai kebisingan mengalami kenaikan daripada pengukuran pada rentang jam 09.00-14.00, 22.00-24.00, 24.00-03.00 dan 03.00-06.00. Sedangkan nilai minimum terjadi pada titik c yang terletak pada bagian dalam gedung rumah sakit sebesar 55 dBA pada rentang pengukuran jam 24.00-03.00. Nilai kebisingan yang rendah disebabkan karena jarak antara sumber kebisingan dengan titik sampling sudah relatif jauh yaitu di dalam rumah sakit, dan juga aktivitas yang relatif rendah pada saat pengukuran sehingga nilai kebisingannya rendah.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Selasa

hari	lokasi	tingkat kebisingan dengan waktu sampling 5 detik (LTMS)						
		06.00-09.00	09.00-14.00	14.00-17.00	17.00-22.00	22.00-24.00	24.00-03.00	03.00-06.00
selasa	A	79	76	79	79	78	72	70
	B	79	75	82	78	78	72	76
	C	69	70	74	69	62	56	62
	D	78	77	75	78	77	69	74
	E	77	75	77	76	76	71	72
	F	80	77	78	78	76	66	66
	G	75	73	76	76	77	70	74
	H	77	77	77	78	77	71	71
	I	77	74	77	79	79	74	74
	J	69	75	79	73	65	76	76

Berikutnya pada hari selasa, nilai tingkat kebisingan terjadi suatu peningkatan di titik B yang berada di luar gedung rumah sakit pada rentang pengukuran jam 14.00-17.00 yaitu sebesar 82. Hal tersebut terjadi karena adanya gangguan kebisingan dari sumber lain yang berasal dari mesin buldozer. Nilai kebisingan mengalami kenaikan karena pada saat melakukan pengukuran sumber suara tersebut berbunyi sehingga mempengaruhi nilai kebisingan yang tidak seharusnya. Sehingga hal tersebut mempengaruhi kenaikan nilai kebisingan.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Rabu

hari	lokasi	tingkat kebisingan dengan waktu sampling 5 detik (LTMS)						
		06.00-09.00	09.00-14.00	14.00-17.00	17.00-22.00	22.00-24.00	24.00-03.00	03.00-06.00
rabu	A	78	74	78	77	78	71	70
	B	75	76	78	80	73	71	71
	C	69	71	70	69	56	56	61
	D	76	74	79	78	78	74	74
	E	76	76	76	77	76	71	71
	F	77	77	80	78	73	71	71
	G	71	71	67	63	58	61	61
	H	75	73	76	76	77	70	74
	I	77	77	77	78	77	71	71
	J	74	74	76	72	64	71	67

Pada hari rabu nilai kebisingan paling tinggi terjadi di titik A dan B yaitu pada tempat parkir mobil karena aktivitas kendaraan mobil yang cenderung tinggi, dan juga pada titik tersebut terdapat sumber kebisingan yang berupa mesin buldozer. Sehingga pada saat buldozer beroperasi dapat mempengaruhi nilai kebisingan tersebut. Untuk nilai minimum terjadi di titik C yaitu pada lantai 1 dalam gedung rumah sakit sebesar 56 dBA. Nilai kebisingan tersebut cenderung rendah karena aktivitas pada ruangan tersebut hanya berasal dari suara yang dihasilkan oleh pengunjung rumah sakit sehingga nilai kebisingan tersebut rendah.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Kamis

hari	lokasi	tingkat kebisingan dengan waktu sampling 5 detik (LTMS)						
		06.00-09.00	09.00-14.00	14.00-17.00	17.00-22.00	22.00-24.00	24.00-03.00	03.00-06.00
Kamis	A	77	75	78	79	78	71	70
	B	78	77	80	81	79	70	76
	C	71	71	68	67	57	54	61
	D	76	74	76	78	77	70	74
	E	77	75	76	77	76	71	71
	F	73	73	74	74	72	65	71
	G	77	74	78	78	74	72	69
	H	79	77	72	79	75	67	73
	I	76	76	77	78	73	71	71
	J	76	72	65	74	75	66	64

Hari Kamis nilai kebisingan maksimum terjadi kembali di titik B pada jam 17.00-22.00 dengan nilai kebisingan sebesar 81 dBA. Nilai kebisingan tersebut tinggi karena aktivitas lalu lintas kembali meningkat sehingga nilai kebisingan yang dihasilkan juga tinggi. Untuk nilai kebisingan minimum terjadi di titik C yang merupakan lorong poli pada pengukuran jam 24.00-03.00 sebesar 54 dBA. Nilai kebisingan yang rendah disebabkan karena rendahnya aktivitas di ruangan tersebut seperti berkurangnya pengunjung yang datang sehingga nilai yang dihasilkan juga relatif rendah.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Jumat

hari	lokasi	tingkat kebisingan dengan waktu sampling 5 detik (LTMS)						
		06.00-09.00	09.00-14.00	14.00-17.00	17.00-22.00	22.00-24.00	24.00-03.00	03.00-06.00
jumat	A	77	76	78	77	78	74	70
	B	79	79	77	78	80	71	76
	C	71	71	67	63	56	61	61
	D	75	73	76	76	77	70	74
	E	77	77	77	78	77	71	71
	F	74	74	76	72	74	71	67
	G	69	71	70	69	56	56	61
	H	76	74	79	78	78	74	74
	I	75	76	78	70	73	71	71
	J	67	77	70	78	73	61	71

Untuk hari jumat tidak jauh berbeda dengan hari sebelumnya, nilai maksimum terjadi di titik B dimana titik B berlokasi di tempat parkir mobil yaitu pada jam 22.00-24.00 bernilai 80 dBA. Nilai minimum yang dihasilkan yaitu 56 dBA pada interval waktu pengukuran jam 22.00-24.00. Hal tersebut terjadi karena mobil yang keluar masuk yang menjadi sumber kebisingan cenderung rendah sehingga hal tersebut mempengaruhi nilai kebisingan. Untuk hari sabtu dan minggu memiliki nilai kebisingan maksimum dan minimum yang berbeda tetapi titik lokasinya sama, berikut penjelasannya.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Sabtu

hari	lokasi	tingkat kebisingan dengan waktu sampling 5 detik (LTMS)						
		06.00-09.00	09.00-14.00	14.00-17.00	17.00-22.00	22.00-24.00	24.00-03.00	03.00-06.00
sabtu	A	77	74	77	79	79	74	74
	B	79	75	79	80	81	76	76
	C	63	65	66	67	56	61	62
	D	76	72	76	77	79	70	70
	E	76	76	76	76	78	68	67
	F	73	74	75	73	72	70	71
	G	79	75	72	78	78	72	76
	H	69	70	74	69	62	56	62
	I	78	77	75	78	77	69	74
	J	79	77	78	68	76	66	66

Untuk hari sabtu nilai maksimum terjadi di titik B pada interval pengukuran jam 22.00-24.00, nilai cenderung tinggi karena hari sabtu merupakan *weekend* sehingga aktivitas diluar rumah sakit juga sedang tinggi. Sedangkan untuk nilai minimum terjadi di titik C pada interval pengukuran jam 22.00-24.00. Rendahnya nilai kebisingan karena aktivitas pengunjung dan perawat di sekitar lorong poli yang cenderung rendah sehingga nilai rata-rata tekanan bunyi relatif rendah.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan LTMS Pada Hari Minggu

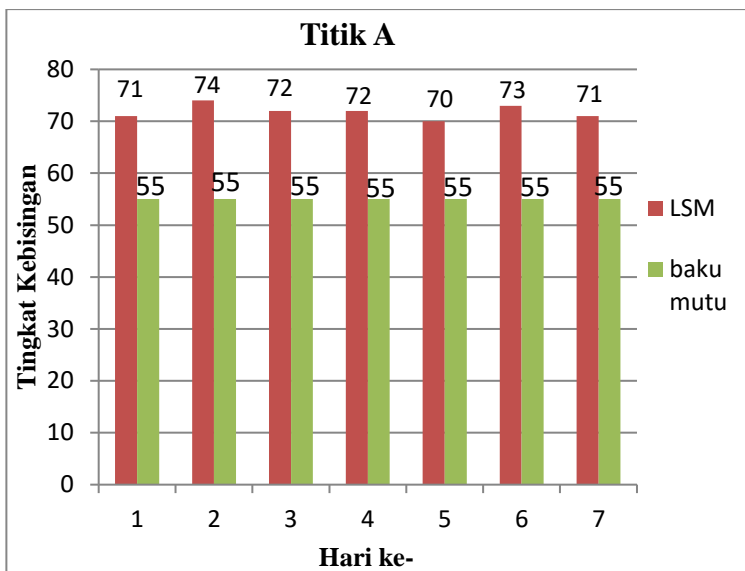
hari	lokasi	tingkat kebisingan dengan waktu sampling 5 detik (LTMS)						
		06.00-09.00	09.00-14.00	14.00-17.00	17.00-22.00	22.00-24.00	24.00-03.00	03.00-06.00
minggu	A	75	76	77	78	75	69	74
	B	77	75	76	81	72	71	76
	C	70	71	57	59	60	56	61
	D	76	74	76	76	75	74	71
	E	76	75	75	78	75	71	68
	F	74	72	70	74	69	70	71
	G	71	71	68	67	57	54	61
	H	76	74	76	78	77	70	74
	I	73	73	74	74	72	65	71
	J	77	65	78	69	78	71	70

Pada hari minggu memiliki nilai tingkat kebisingan yang berbeda dengan hari sabtu tetapi dengan titik sampling yang sama. Untuk nilai maksimum terjadi di titik B yaitu di tempat parkir mobil pada interval pengukuran jam 17.00-22.00, hal tersebut terjadi karena banyaknya aktivitas seperti mobil yang keluar masuk, dan suara yang di hasilkan dari kereta api. Sedangkan nilai minimum terjadi di titik G pada interval pengukuran jam 24.00-03.00. Rendahnya nilai kebisingan karena aktivitas pengunjung dan perawat di sekitar ruang bersalin yang cenderung rendah sehingga nilai rata-rata tekanan bunyi relatif rendah.

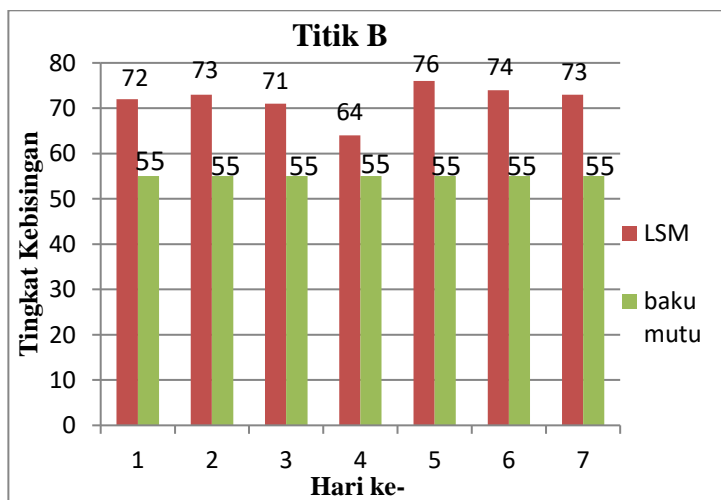
Nilai kebisingan rata-rata ini belum dapat dianalisis untuk dibandingkan dengan baku mutu yang ada. Untuk dapat dianalisis lebih lanjut maka nilai hasil kebisingan rata-rata ini selanjutnya digunakan untuk menentukan tingkat kebisingan satu hari kerja (L_{eq}) yang akan dibahas pada sub bab berikutnya.

4.1.2 Perhitungan LSM

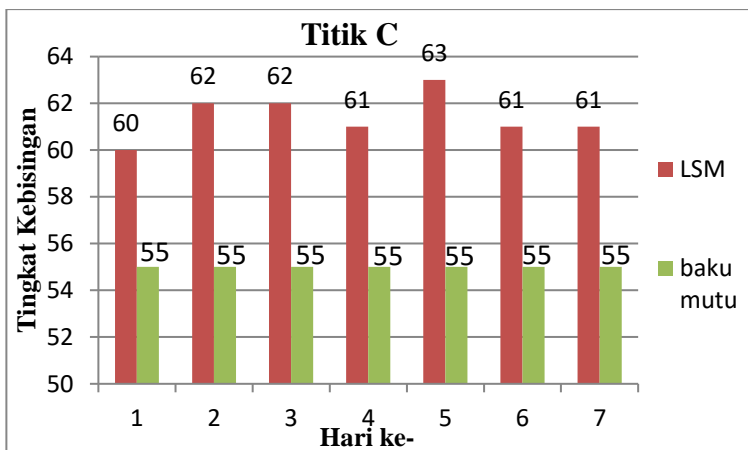
Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan level siang dan malam (LSM) yang digunakan untuk mengetahui berapa besar tingkat kebisingan yang melebihi baku mutu. Nilai LSM dihitung dengan menggunakan rumus $LSM = 10 \log 1/24 (16.10^{0,1L^5} + \dots + 8.10^{0,1L^5})$ dB(A) dan kemudian dibandingkan dengan nilai baku tingkat kebisingan. Berikut ini akan ditampilkan hasil dan tren perhitungan LSM dalam grafik seperti gambar 4.1 sebagai berikut.



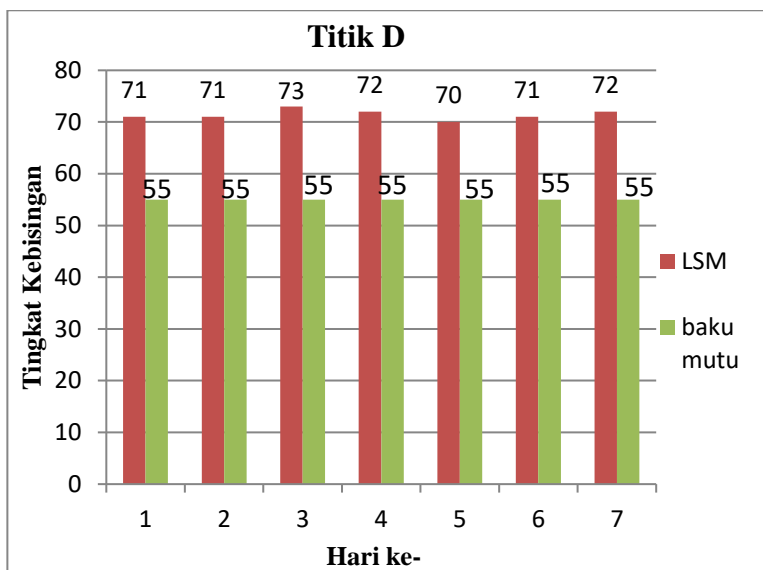
(a)



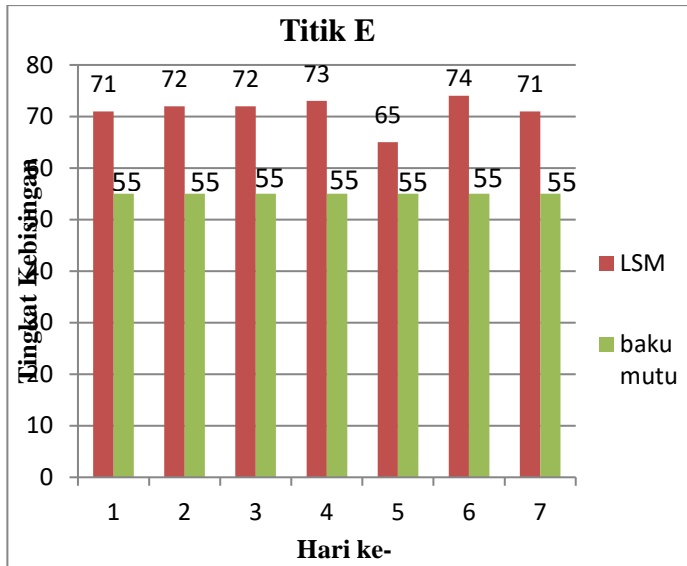
(b)



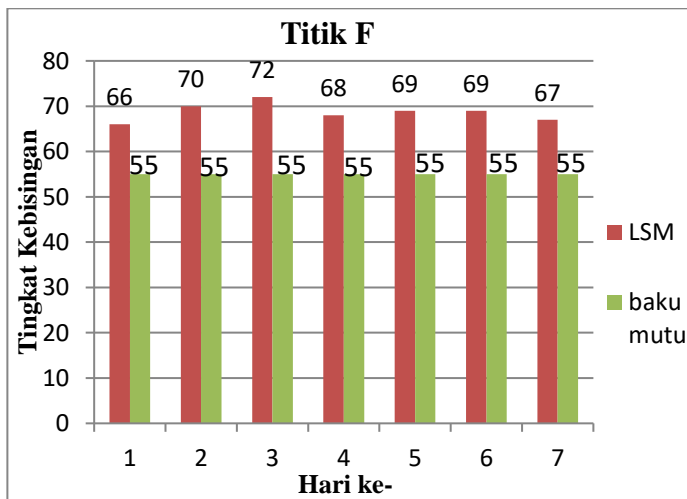
(c)



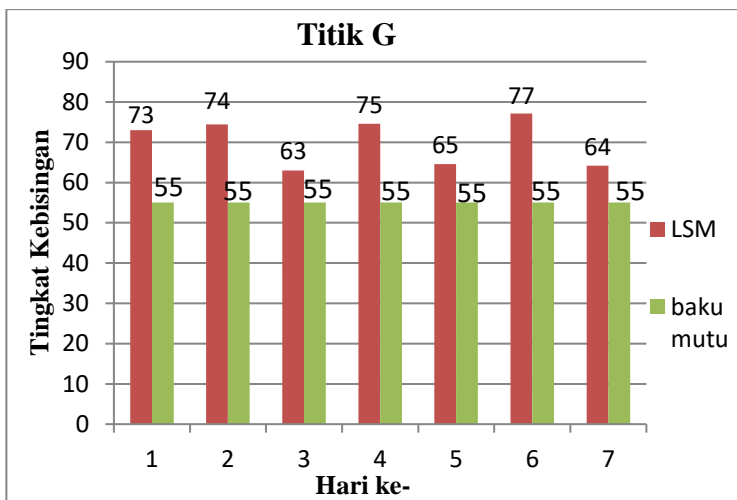
(d)



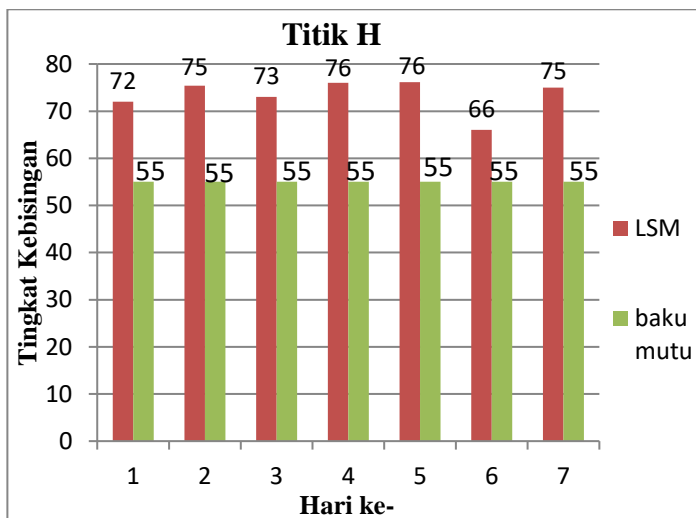
(e)



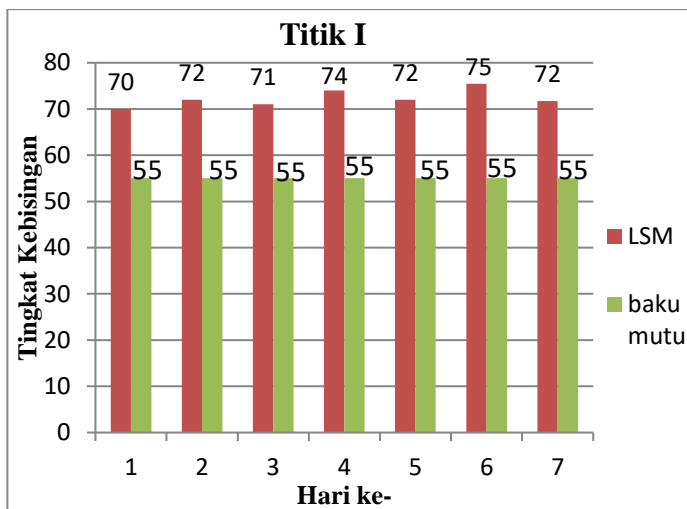
(f)



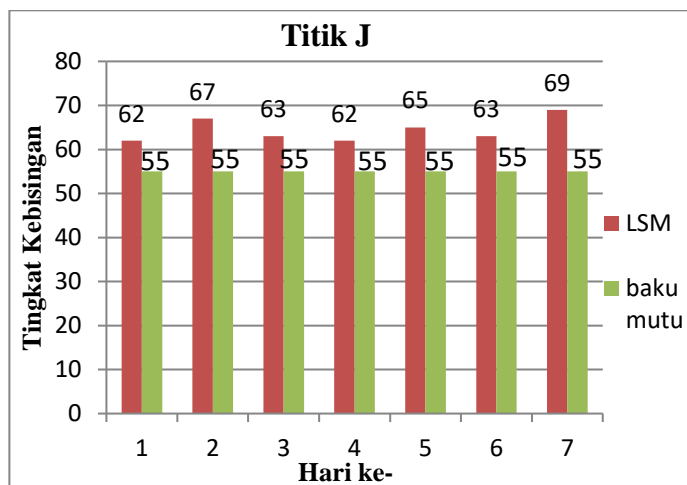
(g)



(h)



(i)



(j)

Gambar 4.1 Grafik Nilai Kebisingan (Ls) di Setiap Titik Pengukuran

(lanjutan untuk gambar 4.1)

Keterangan: (a) di titik A, (b) di titik B, (c) di titik C, (d) di titik D, (e) di titik E, (f) di titik F, (g) di titik G, (h) di titik H, (i) di titik I, dan (j) di titik j.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai LSM terdapat adanya perbedaan nilai LSM pada masing-masing lokasi. Tingginya nilai LSM di lokasi A disebabkan karena lokasi tersebut merupakan tempat parkir mobil. Pada lokasi A nilai LSM maksimum sebesar 74 dBA pada hari Selasa. Sedangkan untuk nilai minimum pada hari Senin dan Minggu dengan nilai kebisingan sebesar 70 dBA. Untuk tren yang terjadi pada titik A ini nilai kebisingannya cukup konstan mulai hari Senin hingga hari Minggu. Jika dibandingkan dengan nilai ambang batas maka di titik A pada semua hari tidak memenuhi baku mutu yang sebesar 55 dBA.

Sedangkan pada lokasi B memiliki nilai LSM maksimum sebesar 76 dBA pada hari Jumat. Untuk nilai minimum sebesar 64 dBA yang terjadi pada hari Kamis. Tingginya nilai kebisingan pada lokasi B karena lokasi B merupakan tempat parkir mobil. Tren yang terjadi pada lokasi B tidak konstan seperti terlihat di grafik B, tetapi jika dibandingkan dengan baku mutu tingkat kebisingan pada lokasi B untuk semua hari belum memenuhi standar baku mutu.

Lokasi C memiliki nilai LSM maksimum sebesar 63 dBA pada hari Jumat. Untuk nilai minimum lokasi C sebesar 60 dBA pada hari Senin. Nilai kebisingan pada lokasi C tersebut dipengaruhi adanya suara dari aktivitas pengunjung rumah sakit dan suara bel dari kereta api yang melintas. Tren yang terjadi di lokasi C cukup konstan karena rentang kebisingan berkisar antara 60-63 dBA. Jika dibandingkan dengan baku mutu lokasi C juga belum dikategorikan memenuhi karena semua nilai melebihi baku mutunya.

Pada lokasi D nilai LSM maksimum sebesar 73 dBA pada hari Rabu dan minimum pada hari Jumat sebesar 60 dBA. Nilai kebisingan pada lokasi D dipengaruhi adanya kendaraan mobil yang sedang parkir. Untuk tren yang terjadi pada lokasi D cukup konstan mulai hari Senin hingga hari Minggu. Jika dibandingkan dengan baku mutu yang ada lokasi D juga belum dikategorikan

memenuhi karena semua nilai melebihi baku mutunya yaitu sebesar 55 dBA.

Pada lokasi E nilai LSM maksimum sebesar 74 dBA pada hari sabtu dan minimum sebesar 65 dBA pada hari jumat. Tingginya nilai kebisingan dikarenakan keramaian dari orang-orang yang akan masuk menuju lobby, serta adanya suara kendaraan mobil yang sedang parkir dan suara kereta api. Tren yang terjadi pada lokasi E tidak konstan dikarenakan ada penurunan nilai kebisingan yang cukup signifikan pada hari jumat. Untuk lokasi E juga belum memenuhi standar baku mutu yang ada karena nilai kebisingannya belum mencapai 55 dBA.

Pada lokasi F nilai LSM maksimum sebesar 72 dBA pada hari rabu dan nilai minimum tercatat sebesar 66 dBA pada hari senin. Tingginya nilai kebisingan dipengaruhi oleh suara yang dihasilkan dari aktivitas pembangunan gedung yang ada disamping rumah sakit, suara kendaraan yang sedang parkir dan suara dari kereta api yang sedang melintas. Nilai kebisingan maksimum pada lokasi F tidak mempengaruhi tren pada grafik, sehingga tren dapat dikatakan cukup konstan. Jika dibandingkan dengan baku mutu, maka lokasi F juga belum memenuhi standar baku mutu sebesar 55 dBA.

Pada lokasi G nilai LSM maksimum sebesar 77 dBA pada hari sabtu dan minimum sebesar 63 dBA pada hari rabu. Tingginya nilai kebisingan dikarenakan keramaian dari orang-orang yang ada disekitar ruang bersalin, serta adanya suara kendaraan mobil yang sedang melaju dan suara kereta api. Tren yang terjadi pada lokasi G tidak konstan dikarenakan nilai kebisingan yang naik turun pada setiap harinya. Untuk lokasi G juga belum memenuhi standar baku mutu yang ada karena nilai kebisingannya belum mencapai 55 dBA.

Pada lokasi H nilai LSM maksimum sebesar 76 dBA pada hari rabu dan hari kamis dan minimum sebesar 66 dBA pada hari sabtu. Tingginya nilai kebisingan dikarenakan keramaian dari orang-orang yang masuk menuju ruang tunggu, serta adanya suara kendaraan mobil yang sedang parkir dan suara kereta api. Tren yang terjadi pada lokasi H tidak konstan dikarenakan ada penurunan nilai kebisingan yang cukup signifikan pada hari sabtu.

Untuk lokasi H juga belum memenuhi standar baku mutu yang ada karena nilai kebisingannya belum mencapai 55 dBA.

Pada lokasi I nilai LSM maksimum sebesar 75 dBA pada hari sabtu dan minimum sebesar 70 dBA pada hari senin. Tingginya nilai kebisingan dikarenakan keramaian dari orang-orang yang akan mengunjungi keluarganya yang sedang dirawat dan adanya suara kereta api. Tren yang terjadi pada lokasi I cukup konstan. Untuk lokasi I juga belum memenuhi standar baku mutu yang ada karena nilai kebisingannya belum mencapai 55 dBA.

Pada lokasi J nilai LSM maksimum sebesar 69 dBA pada hari minggu dan minimum sebesar 62 dBA pada hari senin dan hari Kamis. Tingginya nilai kebisingan dikarenakan keramaian dari orang-orang yang akan mengunjungi keluarganya yang sedang dirawat. Tren yang terjadi pada lokasi J cukup konstan. Untuk lokasi J juga belum memenuhi standar baku mutu yang ada karena nilai kebisingannya belum mencapai 55 dBA.

4.2 Pemetaan Dengan Surfer

Pemetaan diartikan sebagai penggambaran secara visual yang menghasilkan sebuah peta, sedangkan pemetaan kebisingan berarti penggambaran secara visual dari tingkat kebisingan yang ditimbulkan pada tiap-tiap titik pengamatan dimana pengukuran ini akan menghasilkan sebuah peta kontur kebisingan. Pemetaan bertujuan untuk menentukan distribusi tingkat kebisingan pada suatu area.

Skala intensitas kebisingan pada Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya masuk dalam tingkat kebisingan kuat yaitu 60-76 dBA. Tingkat kebisingan yang kuat disebabkan karena jarak antara pintu rumah sakit dan jalan raya cukup dekat. Sehingga suara yang dihasilkan kendaraan bermotor masih terdengar sampai dalam rumah sakit.

Untuk range nilai kebisingan minimum dan nilai kebisingan maksimum, masuk dalam kategori warna yang berbeda-beda. Berikut adalah warna-warna beserta nilai

kebisingan yang dihasilkan software surfer setelah dihitung nilai kebisingannya menggunakan rumus LSM:

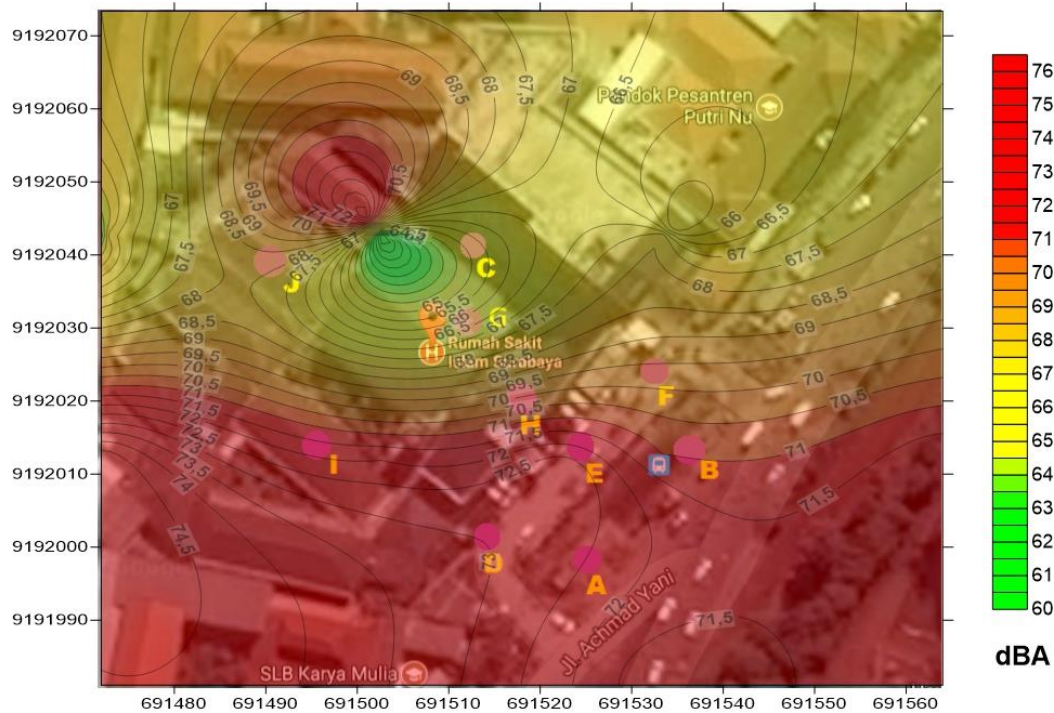
Hijau : 60-64 dBA

Kuning : 65-67 dBA

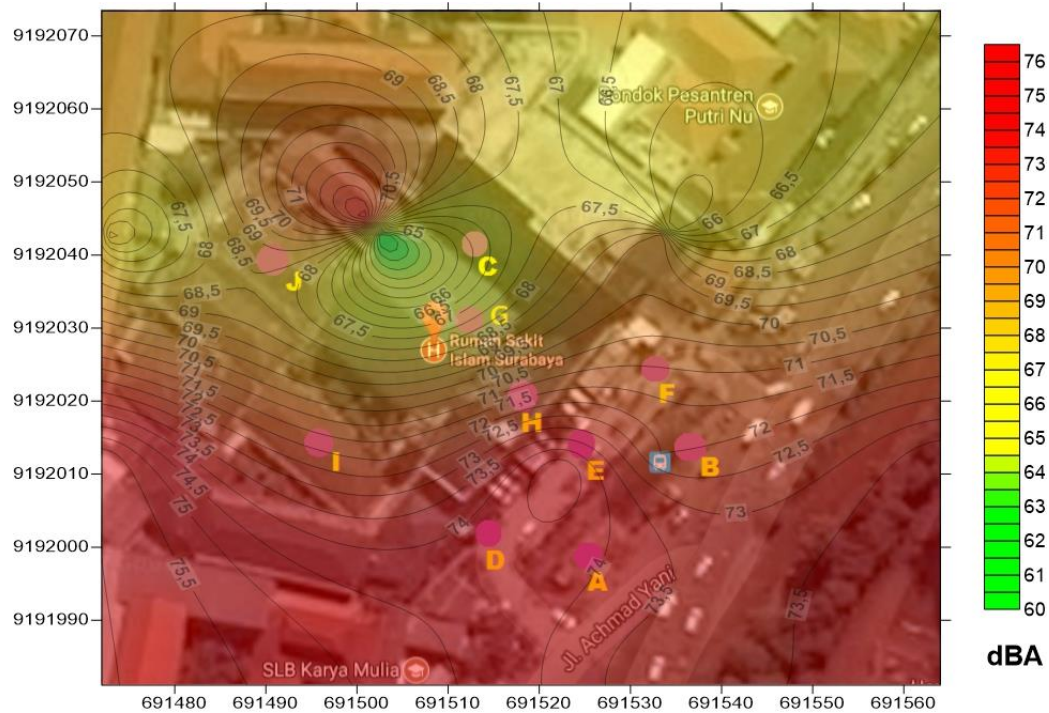
Orange : 68-70 dBA

Merah : 71-76 dBA

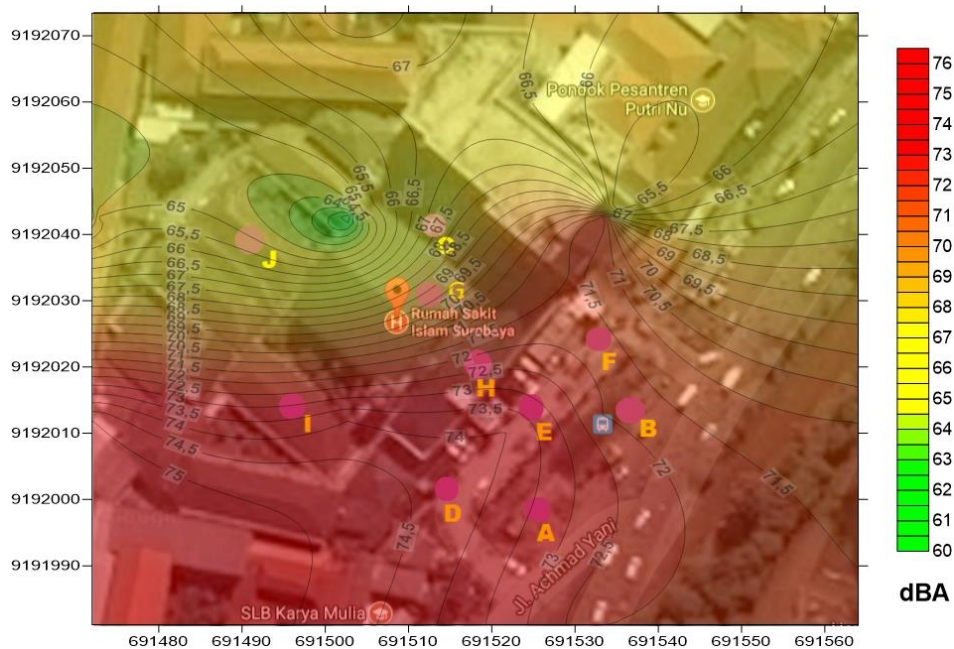
Untuk hasil pemetaan dapat ditunjukkan pada gambar-gambar berikut dibawah ini.



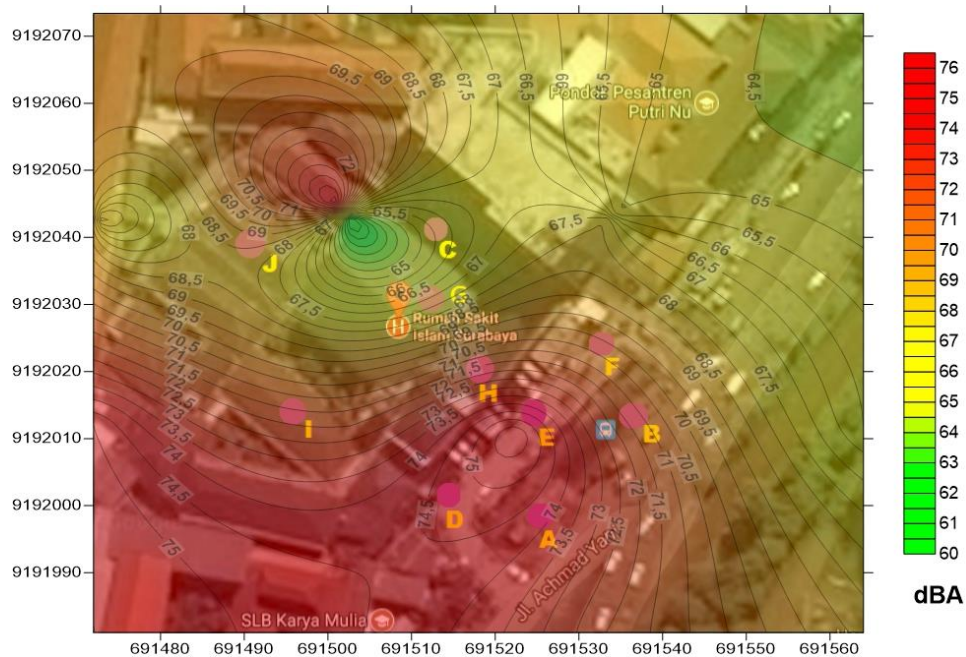
Gambar 4.2 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Senin



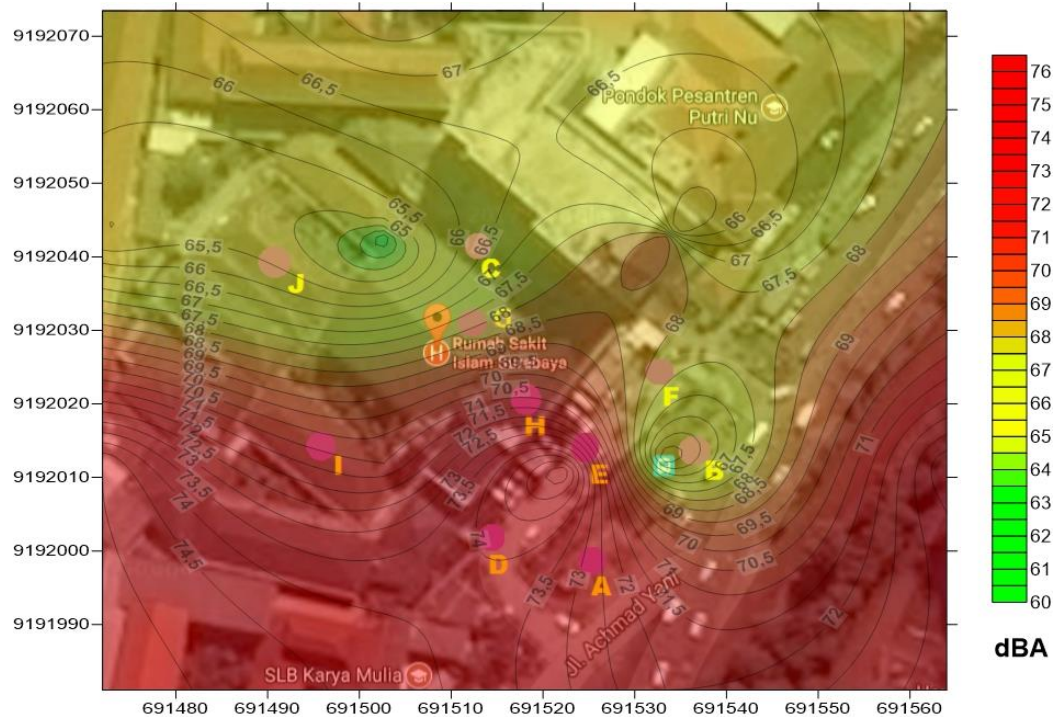
Gambar 4.3 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Selasa



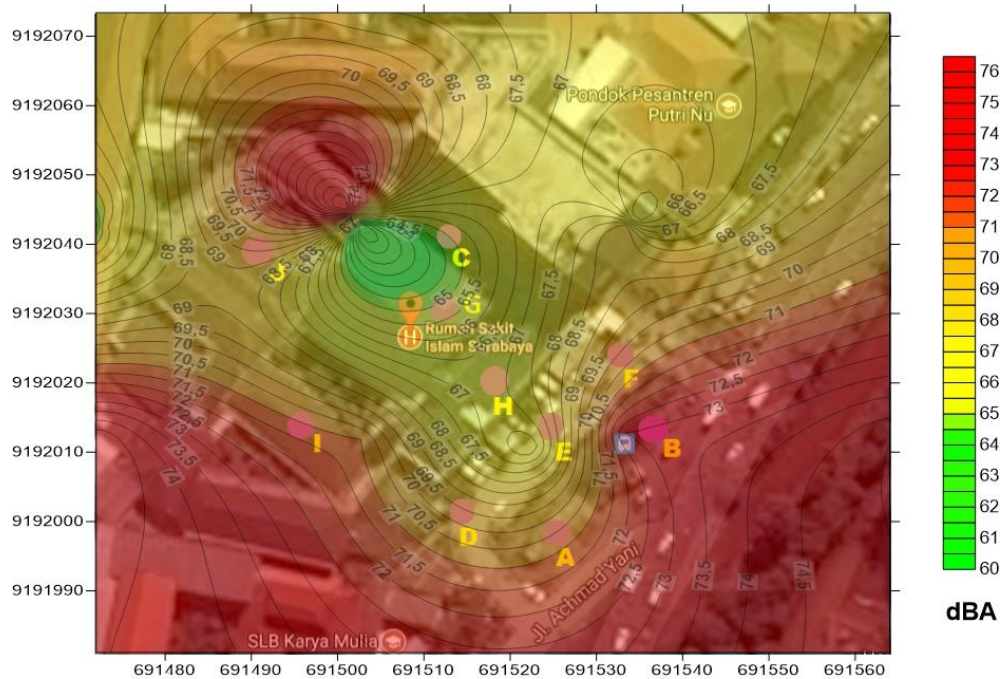
Gambar 4.4 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Rabu



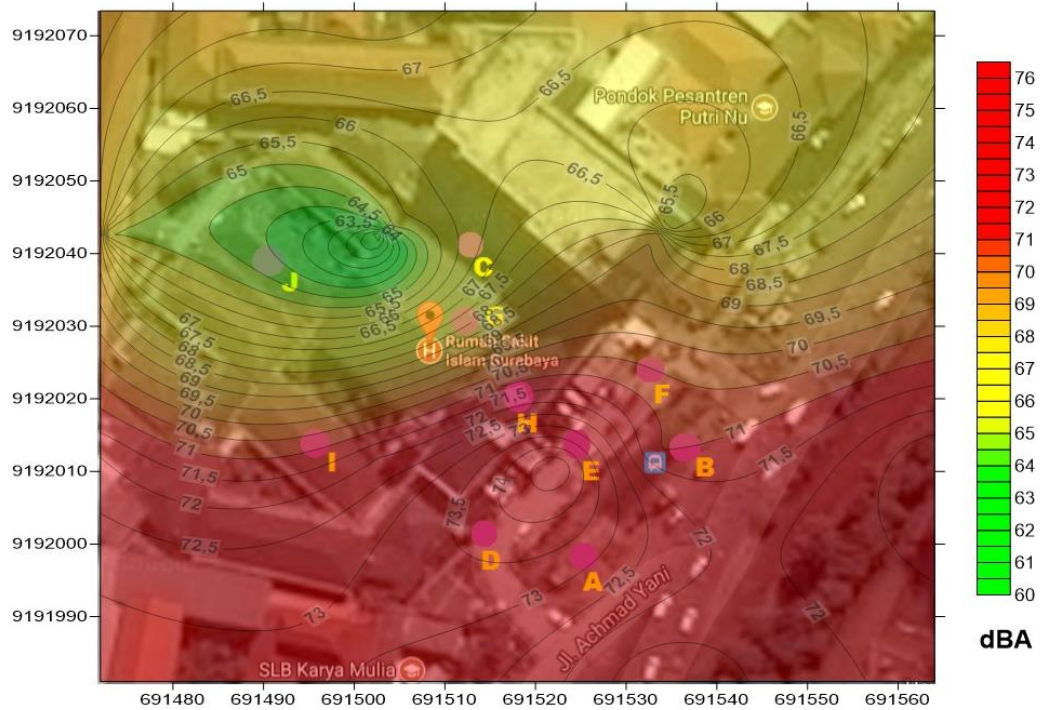
Gambar 4.5 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Kamis



Gambar 4.6 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Jumat



Gambar 4.7 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Sabtu



Gambar 4.8 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Minggu

Pada Gambar 4.2, 4.3, 4.5 dan 4.7 memiliki pola persebaran kebisingan yang serupa yaitu pada lokasi titik sampling C, G dan J menghasilkan warna kontur hijau dan merah. Untuk kontur berwarna hijau, pada lokasi tersebut menandakan aktivitas pengunjung rumah sakit dalam kategori rendah. Sedangkan untuk kontur berwarna merah dapat dikatakan bahwa, adanya aktivitas pengunjung rumah sakit yang tinggi sehingga nilai kebisingan pada area tersebut juga tinggi, meskipun lokasi tersebut jauh dari sumber kebisingan.

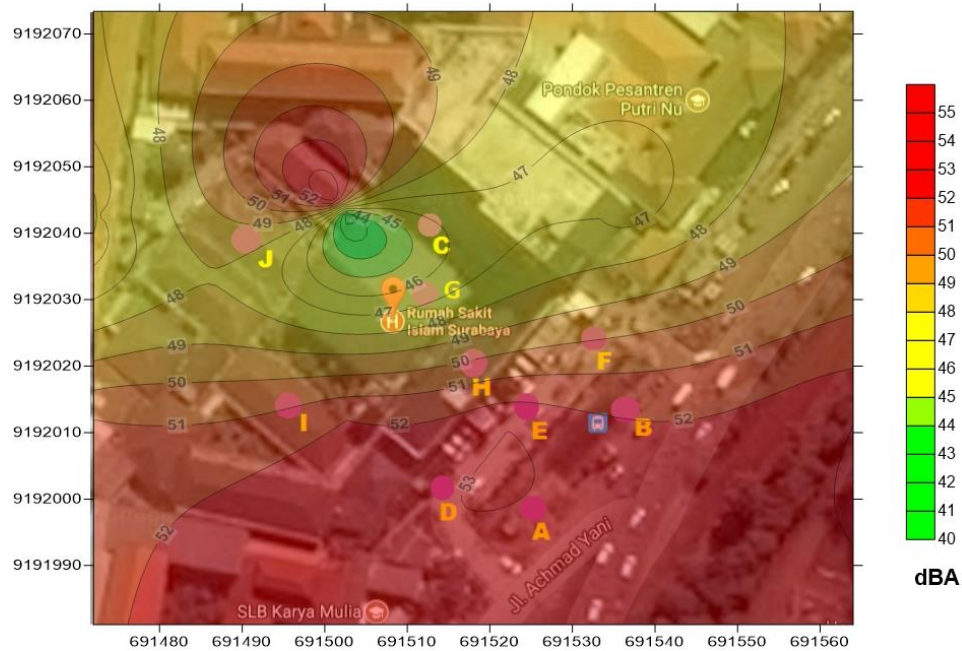
Untuk Gambar 4.4, 4.6 dan 4.8 juga memiliki pola persebaran kebisingan yang serupa, yaitu pada lokasi titik sampling J menghasilkan warna kontur hijau. Rendahnya aktivitas pengunjung rumah sakit pada hari rabu, jumat dan minggu, menyebabkan nilai kebisingan pada area tersebut rendah. Selain itu, lokasi tersebut juga jauh dari sumber kebisingan dan adanya pula barier alami berupa dinding menyebabkan kebisingan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor tidak sampai masuk ke dalam rumah sakit dengan intensitas yang tinggi. Meskipun nilai kebisingan pada area tersebut rendah, namun lokasi titik sampling J belum memenuhi standar baku mutu yang ada karena nilai kebisingannya belum mencapai 55 dBA.

4.3 Penambahan barier

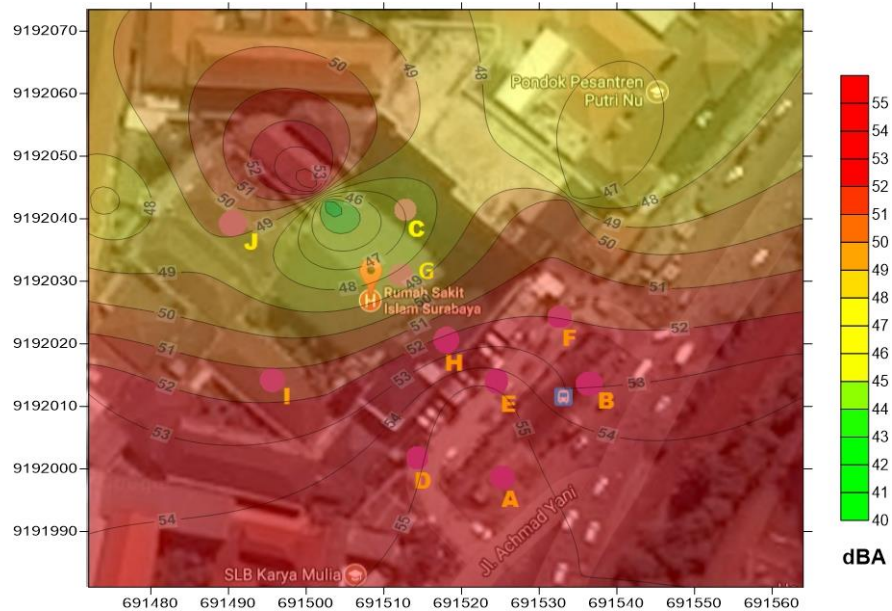
Kebisingan dapat diatasi atau direduksi dengan ditambahkannya barier atau penghalang buatan pada lokasi yang memiliki nilai kebisingan yang tinggi. Secara umum, penghalang dengan tanaman diterapkan apabila tidak diperlukan penurunan kebisingan yang terlalu besar atau dikombinasikan dengan penghalang lain apabila dibutuhkan tingkat efektivitas pengurangan kebisingan yang besar. Pada penelitian ini untuk mengurangi tingginya kebisingan pada Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya, ditambahkan barier berupa tanaman jenis perdu yaitu tanaman bambu pringgondani, pohon akasia dan tanaman *heliconia sp.* Pemilihan tanaman-tanaman tersebut dikarenakan memiliki nilai efektivitas pengurangan kebisingannya yang cukup

tinggi. Selain itu, dengan adanya suatu kombinasi antara tanaman penutup tanah, perdu dan pohon atau kombinasi dengan bahan lainnya dapat menjadikan efek penghalang menjadi lebih optimum.

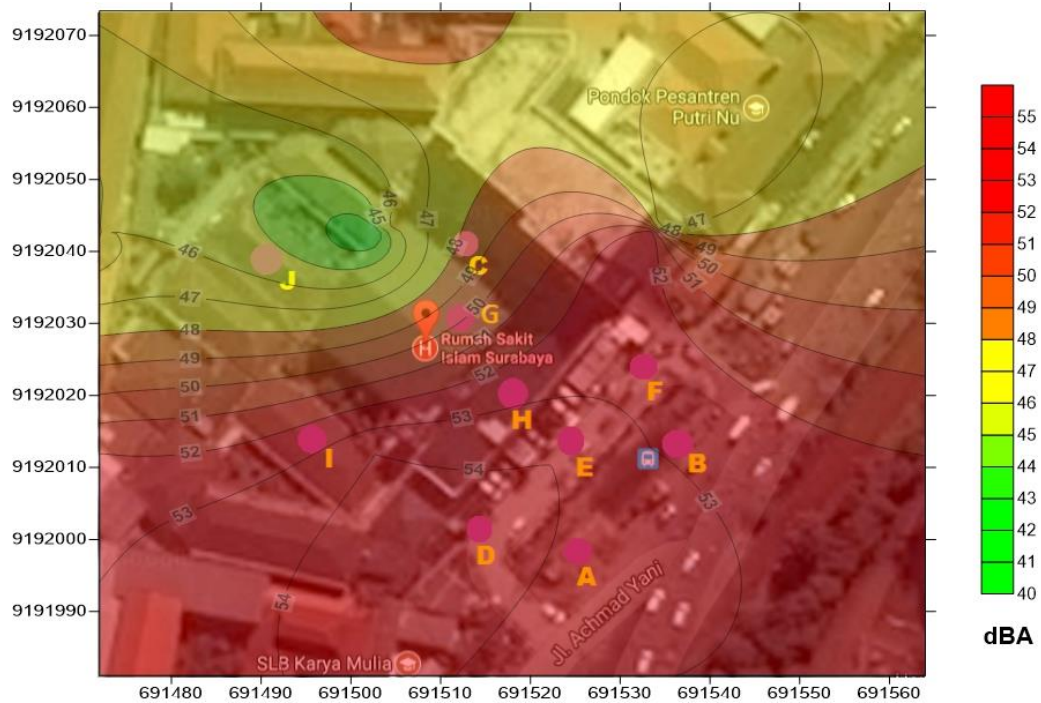
Kebisingan yang dihasilkan pada sekitar lokasi rumah sakit sangat tinggi. Sehingga harus dilakukan reduksi agar disekitar rumah sakit tidak terlalu bising. Penanaman pohon akasia, bambu dan *heliconia sp*, dilakukan pada area depan rumah sakit yaitu di sekitar tempat parkir mobil. Untuk hasil pemetaan setelah penambahan barier dapat ditunjukkan pada gambar-gambar berikut dibawah ini.



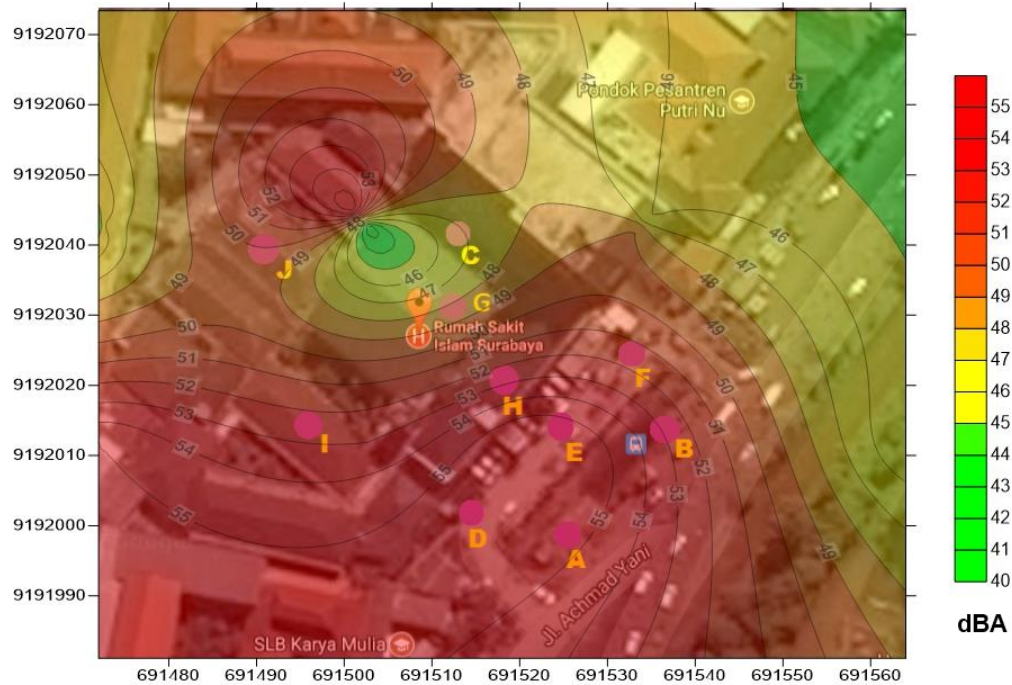
Gambar 4.9 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Senin Setelah Penambahan Barrier



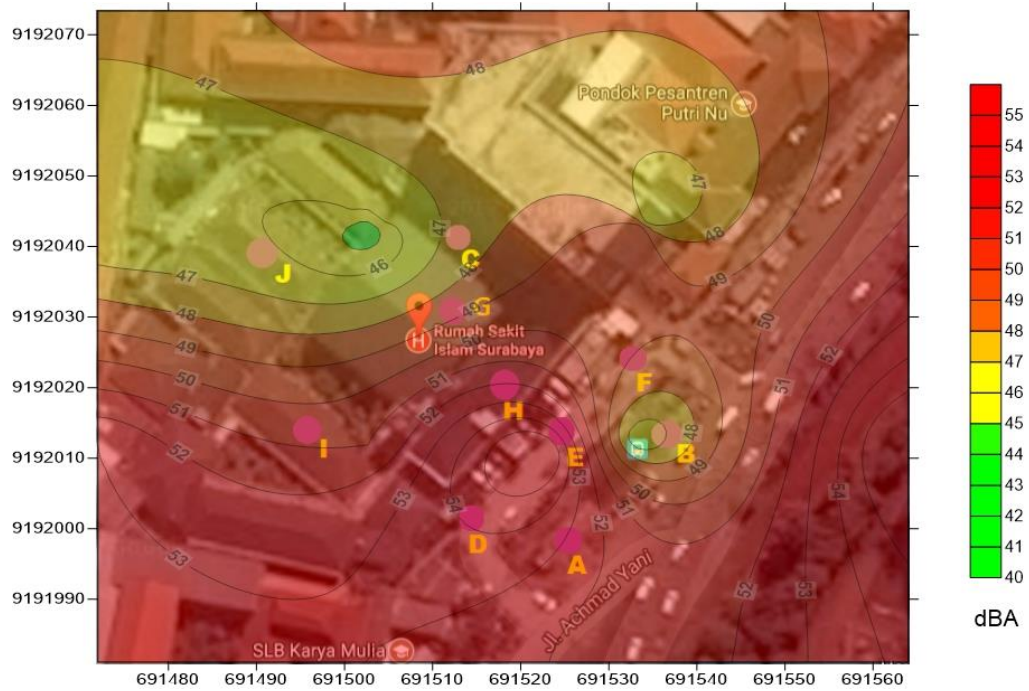
Gambar 4.10 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Selasa Setelah Penambahan Barrier



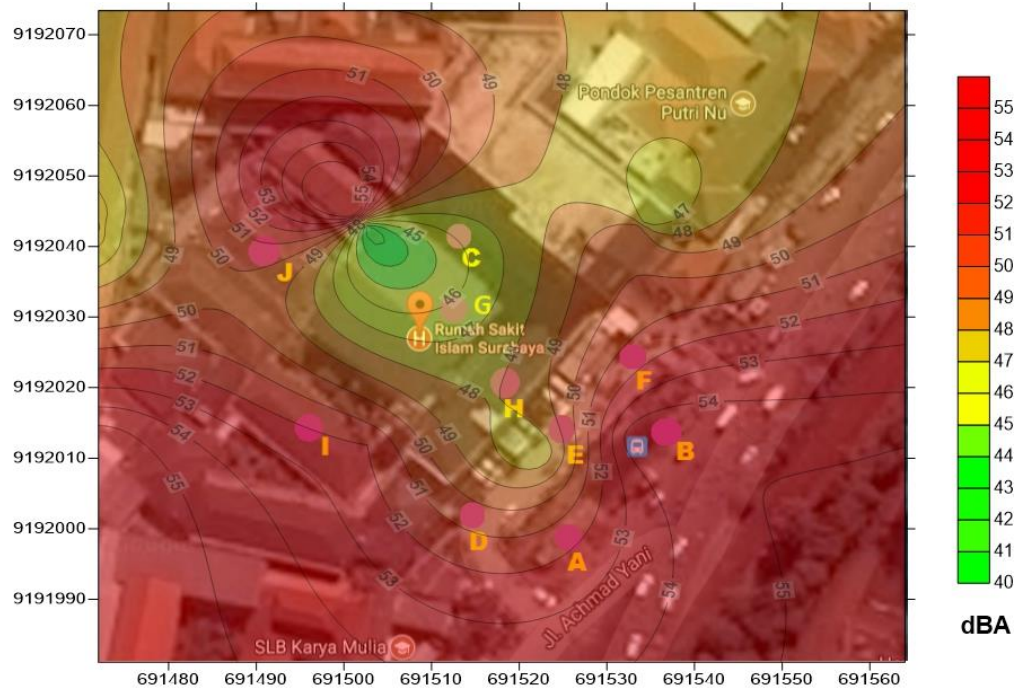
Gambar 4.11 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Rabu Setelah Penambahan Barrier



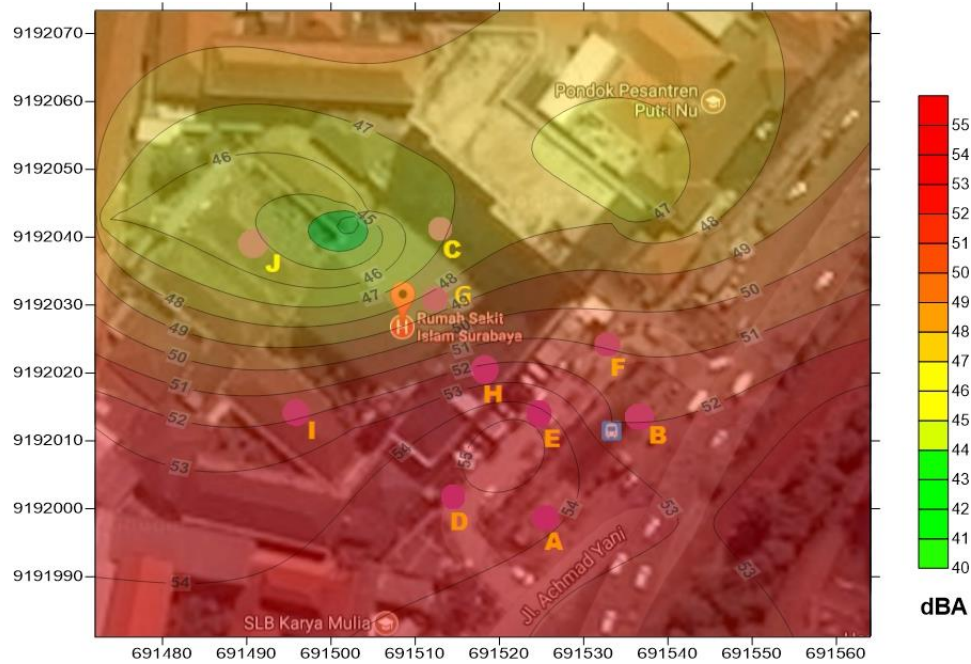
Gambar 4.12 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Kamis Setelah Penambahan Barrier



Gambar 4.13 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Jumat Setelah Penambahan Barrier



Gambar 4.14 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Sabtu Setelah Penambahan Barrier



Gambar 4.15 Peta Kontur Kebisingan Pada Hari Minggu Setelah Penambahan Barrier

Dari Gambar 4.9 sampai Gambar 4.15 menunjukkan adanya penurunan nilai kebisingan yang cukup signifikan. Sebelum ditambahkan barrier buatan berupa vegetasi, nilai pada daerah Rumah Sakit relatif tinggi dan melebihi baku mutu, sedangkan setelah penambahan barrier tambahan berupa tanaman bambu dan akasia pada area tempat parkir, nilai kebisingan pada Rumah Sakit turun dan rata-rata dibawah nilai baku mutu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kebisingan di Rumah Sakit Islam A. Yani Surabaya berada pada rentang 52-92 dBA. Nilai kebisingan tertinggi terletak pada lokasi titik sampling B.
2. Menurut hasil pemetaan hampir seluruh area Rumah Sakit mengalami kebisingan yang melebihi baku mutu.
3. Penurunan kebisingan dengan menambahkan vegetasi pada area tempat parkir.

5.2 Saran

1. Perlu ditambahkan titik sampling yang disebar disekitar lingkungan Rumah Sakit agar peta yang dihasilkan semakin mendekati keadaan sesungguhnya dengan melihat karakteristik dari lokasi tersebut.
2. Bagi pihak Rumah Sakit Perlu ditambahkan barrier alami yang berupa pohon-pohonan agar dapat mereduksi kebisingan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilyawan, D. 2015. **Pengertian Surfer**. [http://software-pemetaan - dwiapriyawan.blogspot.co.id](http://software-pemetaan-dwiapriyawan.blogspot.co.id). Diakses pada hari Selasa, 05 September 2017 pada pukul 09.37 WIB.
- Djalante, S. 2010. **Analisis Tingkat Kebisingan Di Jalan Raya Yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (Apil) (Studi kasus: Simpang Ade Swalayan)**. Jurnal SMARTek 8. 280 - 300.
- Griefhan, B., Scheumer, R., dan Moehler, U. 2000. Physiological, subjective and behavioural responses during sleep to noise from rail and road traffic. **Noise & Health** 3, 9:59-71.
- Kusminingrum, N. 1998. **Pengaruh Tanaman Jalan Akibat Lalu Lintas Kendaraan**. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Environmental Assessment, DOT: UK.
- Lukita, C.W., 2012. **Analisis Kesesuaian Tingkat Kebisingan Akibat Traffic Noise Dengan Baku Mutu Kebisingan Di Sma Negeri 4 Surabaya**. Departemen Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Airlangga: Surabaya.
- Luxson, M., Darlina, S., dan Malaka, T. 2010. **Kebisingan Di Tempat Kerja. Program Pasca Sarjana Kesehatan Masyarakat Strk Bina Husada**: Palembang.
- Mediastika, C. E. 2005. **Akustik Bangunan Prinsip-Prinsip Dan Penerapannya Di Indonesia**. Erlangga: Jakarta. 35-63.
- Mediastika, C. E. 2009. **Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi Pada Bangunan**. Andi: Yogyakarta. 36-49.

- Mulyono, G. S. 2012. **Analisis Kebisingan Akibat Arus Lalu Lintas Di Rumah Sakit Pku Muhammadiyah Surakarta**. Seminar Nasional Teknik Sipil UMS: Surakarta.
- Nugroho, S. 2009. **Pemetaan Dan Upaya Reduksi Intensitas Kebisingan Pada Bangunan Rumah Sakit Studi Kasus Rsud Budhi Asih Jakarta**. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Mustofa, A. 2000. **Kamus Lingkungan**. Gelora Aksara Pramana. Jakarta.
- Phersiana, N. 2010. Analisis Pemetaan Kebisingan Akibat Aktivitas Kerja Di Pabrik Xyz. **Tugas Akhir Teknik Lingkungan**. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. 1-38.
- Pinto, F. A. N., dan Mardones, M. D. M. 2007. **Noise Mapping of Densely Populated Neighborhoods**. University Federal Rio de Janeiro: Brasil. a RJ CEP 21949-900
- Prasetyo, L. 2003. **AKUSTIK**. Jurusan Fisika-Fmipa Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya,107.
- Suma'mur, A. 2009. **Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja**. CV. Sagung Seto: Jakarta.
- Suryanti, N., Nurhasanah, I., dan Ihwan, A. 2014. **Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Manusia Di Ruang Inap Rumah Sakit**. PRISMA FISIKA, Vol. II, No. 2. 49-54.
- Tambunan, S.T. 2005. **Kebisingan Di Tempat Kerja**. ANDI, Yogyakarta.
- Ukur, M., Ramadijanti, N., dan Basofi, A. 2006. **Pemetaan Batas Wilayah Darat Penggunaan Lahan Dari Citra Landsat Studi Kasus Kabupaten Jombang**.

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya ITS
Kampus PENS-ITS: Surabaya.

White, R.G. dan J.G. Walker., 1982. **Noise and Vibration**. Ellis
Horwood Ltd: England.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 09 Februari 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal pada tahun 2001-2007 di SDN Tropodo III, Kota Sidoarjo. Kemudian dilanjutkan di SMP KEMALA BHAYANGKARI 1 Kota Surabaya pada tahun 2008-2011. Pendidikan tingkat atas penulis dilalui di SMA TRIMURTI Kota Surabaya pada tahun 2011-2013. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan kuliah S-1 di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP

ITS Surabaya dan terdaftar dengan NRP 03211340000120.

Selama perkuliahan, penulis pernah menjabat sebagai panitia acara envirovation yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) FTSP ITS. Penulis juga pernah mengikuti beberapa seminar di bidang teknik lingkungan maupun di bidang lainnya. Penulis dapat dihubungi melalui via email mirzaarisaa@gmail.com.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Contoh data sampling hari senin untuk L1 pada lokasi titik sampling A

TITIK SAMPLING A		SESI 1. jam:		SENIN				
No	dB	No	dB	No	dB		No	dB
1	76	31	75	61	79		91	76
2	77	32	75	62	78		92	74
3	77	33	76	63	78		93	77
4	78	34	81	64	77		94	76
5	80	35	78	65	76		95	76
6	75	36	77	66	76		96	76
7	79	37	77	67	77		97	76
8	75	38	77	68	76		98	76
9	75	39	77	69	77		99	76
10	77	40	77	70	79		100	77
11	74	41	76	71	78		101	77
12	77	42	75	72	77		102	76
13	76	43	76	73	76		103	77
14	76	44	76	74	75		104	76
15	77	45	79	75	74		105	76
16	80	46	79	76	76		106	78
17	77	47	78	77	78		107	76
18	76	48	77	78	78		108	78
19	76	49	76	79	78		109	78
20	76	50	76	80	78		110	80

21	78	51	76	81	77	111	77
22	76	52	75	82	77	112	78
23	76	53	76	83	77	113	77
24	75	54	80	84	78	114	79
25	76	55	79	85	77	115	75
26	76	56	80	86	79	116	74
27	77	57	77	87	76	117	77
28	75	58	78	88	76	118	79
29	75	59	78	89	75	119	80
30	77	60	79	90	75	120	78

Lampiran 2

Contoh perhitungan LTMS dan LSM

1. LTMS

$L1 - L20 = 76, 77, 77, 78, 80, 75, 79, 75, 75, 77, 74, 77,$
 $76, 80, 77, 80, 77, 76, 76, 76, 76, 76, 75, 76, 76, 77,$
 $75, 77, 75, 75, 76, 81, 78, 77, 77, 77, 77, 77, 76, 75, 76,$
 $76, 79, 79, 78, 77, 76, 76, 76, 75, 76, 80, 79, 80, 77, 78,$
 $78, 79, 79, 78, 78, 77, 76, 76, 77, 76, 77, 79, 78, 77, 76,$
 $75, 74, 76, 78, 78, 78, 78, 77, 77, 77, 78, 77, 79, 76, 76,$
 $75, 75, 76, 74, 77, 76, 76, 76, 76, 76, 77, 77, 76, 77, 76,$
 $76, 78, 76, 78, 78, 80, 77, 78, 77, 79, 75, 74, 77, 79, 80,$
 $78, 78, 77.$

$$LTMS = 10 \log 1/600 \{5 \cdot 10^{0,1 \times L1} + 5 \cdot 10^{0,1 \times L2} + \dots + 5 \cdot 10^{0,1 \times L20}\}$$

$$\begin{aligned}
 LTMS = 10 \log 1/600 \{ & 5 \cdot 10^{0,1 \times 76} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 77} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 77} + \\
 & 5 \cdot 10^{0,1 \times 78} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 80} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 75} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 79} + \\
 & 5 \cdot 10^{0,1 \times 75} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 75} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 77} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 74} + \\
 & 5 \cdot 10^{0,1 \times 76} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 80} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 77} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 80} + \\
 & 5 \cdot 10^{0,1 \times 77} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 76} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 76} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 78} + \\
 & 5 \cdot 10^{0,1 \times 76} + \dots + 5 \cdot 10^{0,1 \times 78} \}
 \end{aligned}$$

$$LTMS = 77 \text{ dBA.}$$

2. LSM

$$\begin{aligned} LSM &= 10 \log 1/24 (16 \cdot 10^{0,1L_s} + 8 \cdot 10^{0,1L_m}) \text{ dB(A)} \\ &= 10 \log 1/24 (16 \cdot 10^{0,1 \times 65} + 8 \cdot 10^{0,1 \times 53}) \\ &= 63 \text{ dBA.} \end{aligned}$$